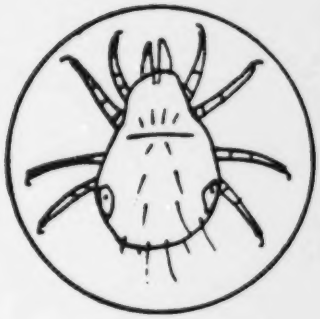
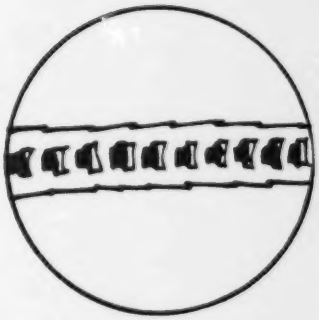
Health and Welfare Canada
Santé et Bien-être social Canada

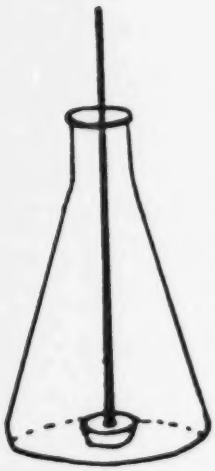
Canada

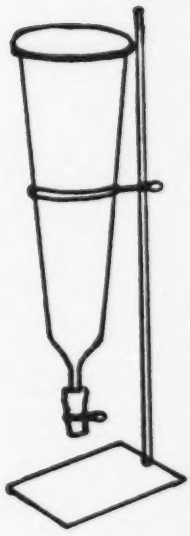


DÉTECTION, IDENTIFICATION ET ÉVALUATION DES MATIÈRES ÉTRANGÈRES DANS LES ALIMENTS

Diane McClymont Peace et Mary-Ann Gardiner







91-01643/

DÉTECTION, IDENTIFICATION ET ÉVALUATION DES MATIÈRES ÉTRANGÈRES DANS LES ALIMENTS

c Ministre des Approvisionnements et Services Canada - 1990

"Tout droit réservé. Aucune partie de cet ouvrage ne peut être copiée, photocopiée, reproduite, copiée dans un système d'informatique ou re-transmise de quelque manière que ce soit, sans l'autorisation écrite du préable du Ministre d'approvisionnements et services".

Numéro de catalogue H49-34/4-1-1990F

ISBN 0-921317-18-2

Publié par Polyscience Publications Inc.
conjointement avec
Santé et Bien-être social Canada
et le
Centre d'édition du gouvernement du Canada
Approvisionnement et Services Canada

Imprimé au Canada

REMERCIEMENTS

Nous sommes reconnaissants au Dr J. Harwig, directeur, Bureau des dangers microbiens, Direction des aliments, Direction générale de la protection de la santé et à M. Bruce Bowen, Division de l'évaluation microbienne, Direction des aliments, Direction générale de la protection de la santé, qui ont révisé ce manuel. Nous remercions Marcel Diotte de la Division de la recherche microbiologique et Robert Peace de la Division de la recherche sur la nutrition, Direction des aliments, Direction générale de la protection de la santé, pour leurs conseils techniques. Nous sommes aussi reconnaissants au Dr E.E. Lindquist du Centre de recherche biosystématique, à Agriculture Canada, qui nous a prêté son tube à dessin.

TABLE DES MATIÈRES

1.	Introduction	4
2.	Types de matières étrangères	5
3.	Sources de contamination	10
4.	Contrôle	16
5.	Lois, règlements et lignes directrices	19
6.	Techniques de détection	26
7.	Identification	40
8.	Bonnes pratiques de laboratoire	51
9.	Bibliographie	54
10.	Figures	59
11.	Illustrations	70

1. INTRODUCTION

Des matières étrangères contaminent les aliments depuis des millénaires. Par exemple, on a trouvé des insectes qui infestent les aliments entreposés dans des tombes de l'ancienne Égypte. De nos jours, même avec les techniques modernes, il est impossible de cultiver, de récolter ou de traiter des produits alimentaires sans qu'il y ait contamination de diverses sources. De bonnes pratiques d'hygiène peuvent grandement réduire la quantité de contaminants, mais il est impossible d'éliminer complètement l'infiltration de substances étrangères dans les aliments. Les méthodes appliquées pour la détection et l'identification des matières étrangères sont conçues pour établir une différence entre ce qui constitue un niveau de contamination acceptable et ce qui est excessif et déceler ce qui dénonce de mauvaises pratiques de production ou un manque évident d'hygiène.

Le présent manuel a pour but de fournir une information de base sur la question des matières étrangères dans les aliments. Il traitera de l'isolement, de l'identification et de l'évaluation de ces matières. Cette information devrait être utile à ceux qui s'occupent de contrôle de la qualité, aux inspecteurs et aux analystes de l'industrie de l'alimentation, des gouvernements et des universités, qui cherchent à rendre les approvisionnements alimentaires du Canada conformes à une norme élevée d'innocuité et de propreté.

2. TYPES DE MATIÈRES ÉTRANGÈRES

Matières étrangères ou substances étrangères ou corps étrangers, ces termes sont utilisés indifféremment. L'American Association of Official Analytical Chemists (Horwitz, 1984) en donne la définition suivante: toute matière étrangère se trouvant dans un produit par suite de conditions ou de pratiques inadmissibles au niveau de la production, de l'entreposage ou de la distribution. Cette définition englobe la saleté, les matières décomposées (tissus gâtés par des parasites ou d'autres causes), et diverses matières comme le sable et la terre, le verre, la rouille ou d'autres substances étrangères. Ne sont pas incluses les contaminations bactériennes.

On appelle saleté ou impureté toute matière insalubre provenant d'animaux comme les rongeurs, les insectes ou les oiseaux, ou toute autre matière insalubre résultant d'un manque d'hygiène.

On appelle saletés ou impuretés lourdes ou grossières les matières séparées des produits contaminés par sédimentation en tirant partie des différences de densité entre les contaminants, les particules alimentaires et les liquides d'immersion comme le chloroforme et le tétrachlorure de carbone. Parmi ce genre de saletés, on retrouve des excreta d'insectes et de rongeurs et des fragments d'excreta, du sable et de la terre.

Les saletés ou impuretés légères sont constituées de particules oléophiles séparées d'un produit par flottation dans un mélange huile-eau. On y retrouve des fragments d'insectes, des poils de rongeurs et des barbes de plumes.

Les saletés tamisées sont des particules de saleté ayant une grosseur supérieure au diamètre des mailles de certains tamis utilisés pour les séparer.

On trouvera des exemples de différents types de matières étrangères dans le tableau 1. Cette liste n'est pas exhaustive mais comprend les matières les plus fréquemment décelées. Lorsqu'on rédige un rapport sur les matières étrangères, il est important de décrire les particules de façon aussi détaillée que possible. Lorsqu'il s'agit, par exemple, d'insectes ou de fragments d'insectes, il importe de savoir à quelles espèces ou à quels groupes ils appartiennent.

Comme on peut le voir dans le tableau 1, les matières étrangères ne comprennent ni les contaminants chimiques, ni les particules trop petites pour être vues au microscope optique. Est également exclus, tout facteur de qualité en relation avec la variété, la catégorie ou le degré de maturation d'un aliment.

Nous présentons dans les tableaux 2 à 7 des exemples de matières étrangères découvertes dans six types d'aliments analysés par la Direction générale de la protection de la santé entre 1983 et 1988. La fréquence d'apparition de chaque sorte de matières étrangères dans les six types d'aliments est très différente.

On retrouve beaucoup de particules métalliques dans le fromage râpé (tableau 2); bon nombre s'y sont introduites lors des opérations de râpage. Des poils de diverses sources peuvent contaminer le fromage pendant les opérations de traitement et de râpage. Des fragments de bois peuvent provenir des boites de pressage. Des insectes et des acariens peuvent pénétrer dans le produit en grand nombre durant l'entreposage. Dans les confitures et les gelées (tableau 3), on retrouve le plus souvent des particules de verre qui tombent dans les pots pendant le remplissage, ordinairement parce qu'on a brisé un pot. Dans la farine de riz (tableau 4) et les pâtes (tableau 5) on retrouve le plus souvent des fragments d'insectes, des poils et des barbes de plumes qui contaminent les produits dans les champs où ils sont récoltés ou dans les entrepôts. Des particules de métal peuvent s'échapper des machines quand le grain est moulu pour en faire de la farine. Le poivre noir (tableau 6) contient bien souvent des fragments d'insectes, des acariens, des poils et des barbes de plumes qui proviennent des champs ou des entrepôts. Le sable et les gravillons proviennent de grains de poivre qui n'ont pas été bien nettoyés durant le processus de traitement. Les raisins secs (tableau 7) sont souvent contaminés par des insectes ou des fragments d'insectes et à un degré moindre par des poils, des barbes de plumes et des acariens. Ces matières étrangères contaminent les raisins dans les champs ou pendant l'entreposage.

TABLEAU 1

TYPES DE MATIÈRES ÉTRANGÈRES

fragments d'os
particules de carbone
carton
gomme à mâcher
cigarettes ou mégots
cocons
cristaux
oeufs d'insectes
excrément
barbe de plumes
fibres textiles
fibres végétales
aliments traités excessivement
aliments traités insuffisamment
particules de verre
graisse, huile
gravillons, sable, terre
cheveux
cuir
excreta d'insectes
fragments d'insectes
insectes
particules de métal
acariens
moisissures
nématodes
matériel d'emballage
peinture
papier
noyaux de fruits
morceaux de plastique
traces de rongeurs
particules de caoutchouc
écales
tiges
struvite
"trailings" (particules d'aliments provenant des machines)
urine
particules de cire
fils ou soie
fragments de bois
levures

TABLEAU 2

MATIÈRES ÉTRANGÈRES DANS LE FROMAGE RÂPÉ
(306 sous-échantillons analysés, 1983-1988)

TYPE D'IMPURETÉS	FRÉQUENCE (%)
particules de métal	50
poils de mammifères autres que rats et souris	55
acariens	29
fragments d'insectes	28
fragments de bois	24

TABLEAU 3

MATIÈRES ÉTRANGÈRES DANS LES CONFITURES ET LES GELÉES
(2 520 sous-échantillons analysés, 1986-1988)

TYPE D'IMPURETÉS	FRÉQUENCE (%)
particules de verre	7
particules de métal	3
plastique	0,5
noyau (de fruit)	0,5

TABLEAU 4

MATIÈRES ÉTRANGÈRES DANS LA FARINE DE RIZ
(210 sous-échantillons analysés, 1983-1988)

TYPE D'IMPURETÉS	FRÉQUENCE (%)
fragments d'insectes	84
poils de rats et de souris	72
autres poils de mammifères	62
barbes de plumes	30
acariens	15
morceaux de plastique ou de caoutchouc	13
particules de métal	10

TABLEAU 5

MATIÈRES ÉTRANGÈRES DANS LES PÂTES
(672 sous-échantillons analysés, 1983-1988)

TYPE D'IMPURETÉS	FRÉQUENCE (%)
fragments d'insectes	90
poils de mammifères autres que les rats et les souris	35
poils de rats ou de souris	16
particules métalliques	9
barbes de plumes	4
morceaux de plastique ou de caoutchouc	4
acariens	3

TABLEAU 6

MATIÈRES ÉTRANGÈRES DANS LE POIVRE NOIR MOULU
(93 sous-échantillons analysés, 1983-1988)

TYPE D'IMPURETÉS	FRÉQUENCE (%)
fragments d'insectes	100
sable, gravillons	92
acariens	72
poils de rats ou de souris	63
barbes de plumes	60
autres poils de mammifères	58

TABLEAU 7

MATIÈRES ÉTRANGÈRES DANS LES RAISINS SECS
(288 sous-échantillons analysés, 1983-1988)

TYPE D'IMPURETÉS	FRÉQUENCE (%)
insectes et fragments d'insectes	97
poils de mammifères autres que les rats et les souris	44
barbes de plumes	33
poils de rats ou de souris	28
acariens	21

3. SOURCES DE CONTAMINATION

Les aliments peuvent être contaminés par des matières étrangères au cours de l'une quelconque des phases suivantes:

1. culture ou production de la matière brute avant la livraison à l'usine

2. transport à l'usine ou entreposage avant le traitement
3. traitement à l'usine
4. entreposage dans l'usine ou l'entrepôt
5. manutention chez les grossistes ou les détaillants
6. manutention ou entreposage chez le consommateur.

Contamination sur le champ pendant la culture ou la production

Lorsqu'une denrée alimentaire est encore dans les champs, elle peut être contaminée par exemple par des insectes ou des acariens qui s'attaquent aux produits végétaux; des oiseaux ou des rongeurs qui perdent leurs plumes et des poils et laissent dans les champs des fientes ou des excréments; des moisissures ou des parasites qui endommagent la matière végétale et enfin le sable ou les gravillons qui peuvent s'y coller. Une partie de cette contamination est inévitable parce qu'il est impossible de cultiver ou de récolter des denrées alimentaires sans qu'il y ait une certaine contamination par les matières étrangères même en employant les méthodes les meilleures et les plus modernes.

Les mouches et les guêpes qui pollinisent une fleur peuvent se trouver enfermées dans le fruit pendant la récolte. On trouve souvent des membres de l'espèce Blastophaga dans les figues et la pâte de figues parce que les femelles qui sont nécessaires pour la pollinisation, se prennent à l'intérieur du fruit femelle. Cette espèce de guêpe complète son cycle vital dans la figue mâle, mais ces insectes entrent souvent dans les figues femelles, peut-être par erreur. Les cochenilles de la grande famille des Coccoidées, sont de petits insectes spécialisés qui se nourrissent d'un certain nombre de plantes. Les nymphes et les mâles n'ont ni pattes ni ailes et s'attachent d'ordinaire de façon permanente à une plante en sécrétant une couche de cire qui les recouvre. Ils sont alors difficiles sinon impossibles à enlever pendant le traitement ou le nettoyage des denrées alimentaires. Comme il est inévitable qu'un petit nombre d'entre eux demeurent attachés à la matière végétale, on peut s'attendre à en trouver dans la plupart des récoltes. Lorsqu'ils sont nombreux, cela signifie que les méthodes agricoles font défaut et cela peut être corrigé.

Il arrive que les oiseaux en vol perdent des plumes ou laissent tomber leur fiente sur les champs. Bon nombre des barbes de plumes peuvent être éliminées lors du nettoyage des denrées alimentaires. En plus d'être dégoûtantes, les fientes peuvent contenir des parasites comme un sporozoaire, Toxoplasma gondii, qui demeure viable dans les aliments s'il est entouré de suffisamment d'humidité (Gorham, 1975, 1985).

Un bon nombre de champignons de diverses espèces envahissent les récoltes dans les champs. Les champignons peuvent provoquer des taches de

pourriture de tailles et de couleurs variées, ayant l'apparence de tavelures, de dépôts visqueux, d'un mycélium blanc cotonneux ou de moisissures très colorées. Le champignon, Claviceps purpurea, attaque les céréales comme le seigle. Certains grains sont totalement envahis par le tissu fongique (ergot) qui devient dur et foncé. Si l'ergot est récolté et moulu avec le grain normal, la farine ou le pain vont contenir un alcaloïde toxique qui cause l'ergotisme caractérisé par la constriction des vaisseaux sanguins et peut aboutir à la gangrène ou provoquer des avortements spontanés ou même la mort. Les méthodes modernes de nettoyage et de classification permettent d'enlever la plus grande partie des matières fongiques.

Du sable, des gravillons ou de la terre peuvent éclabousser les fruits ou les légumes pendant de fortes pluies, ou être transportés dans les denrées alimentaires par le vent ou les méthodes de culture et de cueillette. Il est inévitable de recueillir de petites quantités de terre, mais lorsqu'il y en a beaucoup, cela démontre que les pratiques agricoles sont mauvaises et une telle quantité de terre est inadmissible à cause de la texture désagréable qu'elle confère aux aliments. Les morceaux de cailloux peuvent aussi être dangereux lorsqu'ils sont mastiqués par un consommateur qui ne s'y attendait pas.

Contamination pendant le transport ou l'entreposage

Au cours du transport ou de l'entreposage, les aliments peuvent être contaminés par des insectes des aliments entreposés, des acariens, des moisissures et par des rats ou des souris qui ont été ramassés avec la récolte ou qui se trouvaient déjà dans le véhicule de transport ou les entrepôts. Au Canada, les insectes qui vivent dans les produits entreposés et les acariens ne peuvent survivre à l'extérieur pendant l'hiver. Mais ils sont capables de continuer à se reproduire lorsqu'ils sont à l'abri dans un entrepôt où la température est supérieure au point de congélation. Parmi les insectes qui envahissent les produits entreposés, l'un des plus communs au Canada est le cucujide ou silvain marchand (Oryzaephilus mercator) qui infeste les grains, les noix, les fruits séchés, la levure, le sucre, les bonbons, le tabac, et les viandes séchées. Les femelles pondent de 50 à 300 oeufs et produisent de 4 à 6 générations par année lorsqu'elles ont une nourriture abondante et des températures au-dessus du point de congélation. Elles n'ont pas besoin d'une humidité ambiante élevée pour survivre. Si on ne fait rien pour les en empêcher, ces insectes peuvent atteindre des nombres extraordinaires et causer des dommages sérieux aux aliments dans les entrepôts.

Les acariens qui envahissent les produits entreposés (illustrations 1 et 2) sont très petits (de 100 à 400 µm de longueur) et à peine visibles à l'oeil nu. Une femelle peut pondre de 100 à 400 oeufs qui deviendront des adultes en 1 à 4 mois. On peut trouver des acariens en petit nombre dans plusieurs types d'aliments mais leur nombre ne peut augmenter que là où la nourriture est abondante et l'humidité relative assez élevée (de 75 à 85 %) comme dans le fromage (illustration 3 (M)), le jambon et les grains humides qui sont entreposés pendant de longues périodes. L'infestation se manifeste par une couche de fine poussière d'un brun pâle, qui forme un petit monticule. Celui-ci s'aplatit de lui-même, au bout de plusieurs minutes, parce qu'il est constitué par des acariens qui se déplacent avec leurs oeufs, leurs excreta, leurs dépouilles et des particules d'aliments (illustration 4). En plus de dévorer les aliments et d'en diminuer la qualité, les acariens qui envahissent

les produits entreposés sont souvent à l'origine d'allergies. Bien des gens, particulièrement ceux qui nettoient les produits alimentaires contaminés ou s'occupent de les traiter, ont des démangeaisons et un rash aux endroits ou ils ont été exposés aux acariens ou ils font de l'asthme. TerBush (1972) fournit plus d'informations sur les dangers que les acariens présentent pour la santé.

Le champignon, Aspergillus flavus, infecte bon nombre d'aliments dans les entrepôts comme les grains et les arachides. Il produit des aflatoxines qui, si elles sont ingérées, peuvent causer des lésions au foie ou à d'autres organes et même être cancérigènes.

Lorsque le grain est entreposé pendant de longues périodes, il peut se créer des "points chauds" dans les zones où l'humidité est abondante, comme sous un point de fuite dans le toit. Les "points chauds" se caractérisent par la formation de cônes de grains infestés de moisissures. Bien souvent, le grain germe en surface et forme une croûte dure sur les côtés. La croissance de moisissures comme Penicillium, Aspergillus, et Absidia est favorisée et elles se multiplient tout comme les insectes (p. ex. Cryptolestes ferrugineus et Ahasverus advena) et les acariens (p. ex. Glycyphagus destructor) (Sinha, 1961). Pendant que les organismes se multiplient, la température du grain s'élève encore jusqu'à atteindre le point de carbonisation. Le grain devient en outre sérieusement contaminé par les organismes qui l'infectent et leurs excreta.

Contamination pendant le traitement

À l'usine, les aliments peuvent être contaminés par n'importe quel matériel utilisé dans le traitement. Par exemple, lorsque des fèves de cacao sont moulues pour faire du chocolat, des fragments de métal se détachent des moulins sous le choc des fèves de cacao qui sont très dures. Certaines des particules de métal peuvent être enlevées avec des aimants, mais de grandes quantités de ces particules peuvent demeurer dans le chocolat. Un petit nombre de particules de métal est inévitable mais il est possible d'éviter les grandes quantités en réparant ou en remplaçant les moulins ou les aimants. Pendant la fabrication de la poudre de lait écrémé, certaines particules sont carbonisées durant le séchage par pulvérisation. Un petit nombre de particules carbonisées est inévitable mais un grand nombre indique que les machines ont besoin d'être ajustées.

Lorsque la viande est désossée mécaniquement pour en faire des produits, des fragments d'os et de lame de couteau peuvent se détacher. Ces deux types de corps étrangers peuvent être dangereux pour une personne qui les mastique ou les avale. Les noyaux et les fragments de noyau dans les fruits dénoyautés comme les dattes et les cerises présentent le même genre de danger. Tout produit vendu dans des pots ou des bouteilles de verre risque d'être contaminé par des fragments de verre brisé. L'ingestion de fragments de verre peut être très dangereuse. Il faut éviter autant que possible la contamination en évitant les bris et en ramassant le verre lorsqu'il s'en produit.

Souvent, il se forme un limon épais composé de moisissures (la plupart du temps Geotrichum candidum), de levures, de bactéries et de débris végétaux sur les machines utilisées pour le traitement des produits alimentaires qui contiennent beaucoup d'humidité. Ce limon se forme rapidement et contamine

les aliments. Mais il est facile de l'enlever en faisant un bon nettoyage et les micro-organismes peuvent être tués par la chaleur et en désinfectant l'équipement avec de l'eau de javel.

Bien que les cheveux humains et les fibres textiles ne soient pas considéréscomme dangereux, on peut parfois en retrouver en grand nombre dans les produits finis. Les cheveux et les fibres sont difficiles à éliminer mais l'utilisation de vêtements de protection qui ne perdent pas de poils ou de fibres peut beaucoup diminuer l'incidence de ces matières dans les aliments.

Contamination durant l'entreposage après le traitement

Les aliments traités sont sujets au même type de contamination qu'avant le traitement, principalement par des insectes, des acariens, des moisissures, des rats, des souris, des oiseaux etc., et du matériel de conditionnement.

Les rats, notamment le rat d'égout (Rattus norvegicus) et le rat noir (R. rattus) ainsi que la souris de maison (Mus musculus) vivent auprès de l'homme depuis des milliers d'années. Partout où des aliments non protégés sont entreposés, ces rongeurs abondent. Ils grignotent les aliments et les polluent en urinant et déféquant sur eux ou en perdant leurs poils. L'habitude qu'ils ont de se promener au hasard dans les drains, les égouts, sur des immondices, des vidanges, des aliments et des surfaces où sont manipulés des aliments, en font une menace constante, car ils sont porteurs de maladies comme la salmonellose (Salmonella), un des agents causals des intoxications alimentaires, l'infection à moniliformis (Moniliformes moniliformes, un parasite acanthocéphale) et la leptospirose (Spirochaeta sp.). La présence de rats ou de souris dans un entrepôt est mise en évidence par des déjections (des crottes noires ou brunes en forme de bâtonnets de 8 à 20 mm x 4 à 8 mm dans le cas des rats et 1 à 4 mm de longueur dans le cas des souris), de pistes le long des planchers, des murs et des plafonds sales, des trous, des déchirures et des traces de dents sur les emballages et des piles d'aliments mastiqués ou de matériaux d'emballage pour faire des nids. Lorsque des sacs ont été rongés, les bords du trou sont effilochés, déchiquetés ou en lambeaux parce que les rongeurs ont tiré sur la trame et l'ont déchirée avec leurs dents. Quand ils attaquent des grains entiers, les rongeurs enlèvent souvent les germes sans dommages apparents au reste du grain si ce n'est deux éraflures ou deux petits trous laissés par les dents de l'autre côté du grain. Sur les épis de mais, le dessus des grains peut avoir été mangé, exposant l'endosperme. On voit d'habitude des marques de dents. Les rongeurs peuvent se creuser une entrée dans les édifices à travers des portes ou des fenêtres en bois ou se faufiler dans les ouvertures pour les tuyaux ou les fils. Les bords des trous sont souvent tachés par l'huile qui enduit leur fourrure et leurs pattes. Les rats et les souris sont habituellement nocturnes et on ne les voit pas souvent, le jour, pendant les inspections. Mais les dommages qu'ils font sont évidents pour un oeil exercé. Brown (1968) décrit les habitudes des rongeurs et les moyens de les détecter. Les dommages causés par les rongeurs peuvent être confirmés au laboratoire par l'analyse au microscope de la structure de leurs poils et des analyses microscopiques et chimiques de leurs déjections.

Les chauves-souris peuvent également infester les entrepôts mais d'ordinaire seulement quand les mesures de propreté sont très négligées. Leurs déjections qui ressemblent à celles des rongeurs s'accumulent, souvent

en piles, sous l'endroit où elles se perchent. Ces déjections peuvent être identifiées au laboratoire par la présence de poils de chauve-souris et, dans le cas de la plupart des chauves-souris au Canada, par la présence d'un grand nombre de fragments d'insectes. Les chauves-souris transmettent bon nombre de maladies aux humains, dont les plus importantes au Canada sont l'histoplasmose contractée par inhalation de poussière d'excréments, des dermatomycoses causées par les champignons qu'elles transportent et la rage transmise par leurs morsures (Scott, 1966).

Durant l'entreposage, il se forme dans certains produits des cristaux qui sont des constituants naturels des aliments mais ressemblent à du verre et sont la cause d'un bon nombre de plaintes de la part des consommateurs. Mentionnons par exemple le struvite (phosphate de magnésium et d'ammonium) dans le poisson en conserve, les cristaux de carbonate de calcium dans la pâte de crabe, les cristaux de phosphate de calcium dans le fromage et le naringin ($C_{27}H_{30}O_{14}$) dans la pulpe des pamplemousses qui ne sont pas suffisamment mûrs (Smith, 1983).

Contamination chez les fournisseurs en gros ou en détail

Lors de la manutention chez les fournisseurs en gros ou en détail, les aliments sont soumis à d'autres contaminations par des insectes, des acariens, les rats, les souris, les moisissures et le matériel de conditionnement. De bonnes pratiques d'entreposage devraient éliminer la plus grande partie de cette contamination.

Si un aliment est infesté par des organismes vivants comme des acariens et déposé dans un établissement où d'autres aliments sont entreposés, la contamination va facilement se répandre. Les acariens sont très petits, c'est pourquoi ils sont transportés sans qu'on s'en rende compte d'un endroit a l'autre par des courants d'air et par les gens qui passent. Même si les acariens ont besoin d'une humidité relative élevée pour survivre, ils peuvent très facilement se multiplier sur des aliments comme le fromage, le jambon, les abricots secs et les champignons séchés.

Les blattes (orthoptère) posent souvent un problème dans les lieux d'entreposage. Elles consomment n'importe quel aliment pour les humains ou les animaux en plus des tissus, du papier, de la fourrure, du cuir etc. Elles se nourrissent aussi bien d'aliments décomposés que d'aliments sains et transportent souvent des organismes pathogènes sur leurs tarses (pattes) ou d'autres parties de leur corps. Elles sont fréquemment impliquées dans la transmission de salmonelloses (intoxications alimentaires) et dans des toxoplasmoses causées par un protozoaire parasite, Toxoplasma. Comme les rats et les souris, les blattes sont habituellement nocturnes mais leur présence peut être soupçonnée lorsqu'on trouve des excréments (environ 1 x 2 mm) dans et autour des aliments.

Contamination par le consommateur

Le consommateur, ou d'autres personnes dans son foyer, peut introduire des matières étrangères dans les aliments. Les contaminants les plus communs sont des moisissures provenant d'autres produits infectés, des poils d'animaux ou des cheveux humains, des fragments de métal provenant d'un ouvre-boîte, des fragments de bois des planches à découper, des fibres textiles échappées des

vêtements et des serviettes ou des écailles de peinture détachées des surfaces peinturées ainsi que des insectes entrés par accident.

Le sabotage ou la contamination délibérée des produits alimentaires peut se produire à n'importe quelle étape au cours de la manutention des aliments. Les cas suspects doivent entraîner l'ouverture d'une enquête pour éliminer toute répétition.

4. CONTRÔLE

Les bonnes pratiques industrielles (BPI) sont les normes utilisées dans la production, le traitement, le conditionnement et l'entreposage des aliments pour garantir que le produit sera hygiénique. Les bonnes pratiques industrielles comprennent ce qui suit:

1. l'hygiène dans les zones de production et de récolte

2. un bon aménagement et une bonne hygiène dans l'établissement

3. des règles d'hygiène et de santé pour le personnel

4. des règles d'hygiène pour le traitement et l'entreposage.

Des principes généraux d'hygiène dans chacun de ces domaines sont décrits pour une grande variété d'établissements où l'on manipule des aliments, dans le "Code de pratique: principes généraux d'hygiène des aliments à l'usage de l'industrie alimentaire" (Direction générale de la protection de la santé, 1983). Des lignes directrices plus spécifiques pour de bonnes pratiques industrielles existent dans différentes industries et associations et à divers paliers du gouvernement. Certaines des bonnes pratiques industrielles parmi les plus importantes qui s'appliquent dans le cas des matières étrangères sont résumées ci-après.

Zones de production et de récolte

De bonnes méthodes agricoles doivent être appliquées pour la culture des denrées alimentaires. Il faut lutter contre l'infestation par les insectes. Il faut, dans la mesure du possible, empêcher les rongeurs et d'autres animaux de faire leurs nids dans la zone de production. La récolte, le tri et le nettoyage doivent se faire de façon à réduire au minimum la contamination. Il faut empêcher les aliments de se salir ou d'être contaminés par d'autres aliments infectés. Les denrées qui doivent être laissées à l'extérieur pour sécher doivent être protégées contre les rongeurs, les oiseaux, les insectes et les manipulations intempestives par des humains.

Établissement

L'extérieur des locaux doit être propre; il ne doit y avoir aucune accumulation de débris ou de végétation près des bâtisses pour éviter que les rats et les souris s'y logent. Les vidanges doivent être déposées dans des contenants à l'épreuve des animaux et suffisamment grands pour recevoir tous les détritus jusqu'à la prochaine collecte. L'extérieur des édifices doit être bien scellé et les portes, les fenêtres et les orifices de ventilation doivent être munis d'une grille pour empêcher les animaux d'y pénétrer. L'intérieur des locaux doit être bien éclairé et peu encombré. Les machines doivent être en bon ordre de marche et il faut prévoir suffisamment d'espaces distincts pour l'entreposage des outils, du matériel d'échantillonnage et des appareils de nettoyage.

Les planchers doivent être balayés chaque jour et toute matière renversée doit être essuyée immédiatement. Les zones qui pourraient être contaminées devraient être désinfectées. Il faut appliquer des programmes

efficaces de lutte contre les insectes et les rongeurs ainsi que des programmes de décontamination du matériel.

Personnel

Le personnel doit avoir reçu la formation nécessaire pour bien accomplir sa tâche. Les membres du personnel doivent porter des vêtements protecteurs pour éviter que des cheveux et des fibres ne tombent dans les aliments. Ils ne doivent pas porter de bijoux ni garder des objets inutiles dans leurs poches. Ils doivent se laver les mains chaque fois qu'il y a risque de contamination et ils ne doivent souffrir d'aucune maladie transmissible qui pourrait contaminer les aliments.

Traitement et entreposage

Les matières premières doivent être inspectées immédiatement à leur arrivée, particulièrement pour déceler l'infestation par des insectes, des acariens ou des rongeurs. Si on y trouve des organismes vivants, la denrée devrait être traitée avant que l'infestation ait la chance de se répandre. La fumigation ou d'autres traitements pour éliminer ces organismes ne rendent pas les aliments acceptables. Ils empêchent uniquement l'infestation de se répandre. Il faut que le produit soit nettoyé ou trié etc. pour enlever la contamination.

Le matériel de traitement doit, dans la mesure du possible, être enfermé pour diminuer les risques d'entrée de matières étrangères. Par exemple, dans les usines d'embouteillage, les machines doivent être dotées de dispositifs de sécurité pour diminuer ou empêcher la pénétration des particules de verre dans les bouteilles si l'une d'elles venait à se briser.

Les stocks doivent être entreposés à au moins 40 cm des murs pour faciliter le nettoyage et éviter la formation de recoins où les rats, les souris et les blattes se trouveraient à l'abri.

Il n'est pas absolument nécessaire d'avoir un équipement dispendieux pour produire des aliments propres. Les règles de base de l'entretien ménager sont efficaces pour éliminer la saleté, les insectes et les rongeurs. Lorsque les matières premières sont choisies avec soin et traitées suivant de bonnes pratiques industrielles et que l'on procède à des inspections fréquentes pour s'assurer que ces bonnes pratiques sont effectivement suivies, il est beaucoup moins nécessaire de procéder à un suivi compliqué du produit fini.

Lorsque les bonnes pratiques industrielles ne sont pas suivies à la lettre et que le produit est contaminé, les travaux de nettoyage sont coûteux et font perdre du temps. Par exemple, lorsqu'un produit comme le yogourt aux fruits est contaminé par des insectes des champs que le consommateur peut déceler, les plaintes peuvent aboutir à un rappel et à la destruction du produit. Une fois la production terminée, il est impossible d'éliminer ce type de contamination du produit. Les céréales contaminées par de grosses particules de métal ou un nombre excessif de petites particules peuvent exiger un grand nombre d'inspections pour trouver la source de contamination, particulièrement si un certain nombre d'ingrédients comme des fruits ou des noix coupés ont été ajoutés sans qu'on vérifie s'ils étaient contaminés avant de les incorporer dans le produit fini. Les morceaux de verre dans les

boissons embouteillées sont très dangereux. Si le produit contaminé n'est pas détecté avant la vente aux consommateurs, il doit être rappelé, ce qui souvent entraine une publicité indésirable et des dépenses considérables. Si un aliment est contaminé par des insectes ou des acariens vivants qui infestent les produits entreposés et si on ne détecte pas cette contamination avant que le produit soit distribué, il faut non seulement rappeler ce produit mais nettoyer tous les endroits où il a été manutentionné ou entreposé et, bien souvent procéder à une fumigation. Si l'infestation s'est répandue à d'autres produits, il faut aussi rappeler ces derniers et les traiter, habituellement aux dépens du propriétaire du produit contaminé à l'origine. Il faut parfois bon nombre d'investigations réglementaires pour trouver le propriétaire fautif.

5. LOIS, RÈGLEMENTS ET LIGNES DIRECTRICES

Presque tous les paliers de gouvernement ont des lois ou des règlements en matière de salubrité des aliments. Cette législation est basée sur les principes des bonnes pratiques industrielles. Bien que ces pratiques varient d'une industrie à l'autre, d'année en année et suivant le modernisme de l'industrie en cause, les opérations commerciales qui suivent ces pratiques n'exigent que peu d'interventions réglementaires.

Règlements internationaux

La Commission du Codex Alimentarius, qui a été constituée en 1963 par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS), établit des normes internationales pour différents aliments qui se vendent sur les marchés internationaux comme les grains de café, les dattes et d'autres fruits secs. Dans le cas des dattes, la norme couvre des exigences relatives à la variété et à la grosseur, à la teneur en humidité, aux noyaux dans les dattes dénoyautées, aux impuretés minérales (impuretés lourdes) et aux défauts comme des taches, des dommages, des fruits qui ne sont pas mûrs, ou n'ont pas été pollinisés, des fruits sales, endommagés par les insectes et les acariens ainsi que les fruits contaminés, suris, moisis et pourris.

Loi américaine

La Food, Drug and Cosmetic Act fournit des règles de conduite pour les fabricants de produits alimentaires, de médicaments et de cosmétiques. La Food and Drug Administration (FDA), du Department of Health, Education and Welfare est l'organisme qui s'occupe de l'application de cette loi. Cet organisme intervient lorsqu'un aliment est traité, vendu ou entreposé dans des conditions qui ne sont pas hygiéniques. Mais un aliment n'est pas nécessairement condamné parce qu'il contient des matières étrangères, particulièrement en quantités inférieures à ce qui peut être éliminé d'un produit ou empêché d'y pénétrer par des bonnes pratiques industrielles. La FDA a mis au point un certain nombre de Defect Action Levels (DAL) qui ne devraient pas être dépassés si l'aliment a été manipulé comme il convient. Par exemple, dans le cas de la farine de blé, les DAL prescrivent que l'aliment est inacceptable s'il est contaminé par des insectes, soit en moyenne 50 fragments d'insectes ou plus par 50 g et (ou) des traces de rongeurs, c'est-à-dire en moyenne 1 poil de rongeur ou plus par 50 g d'aliment.

Lois du gouvernement fédéral canadien

Les deux principaux organismes du gouvernement canadien responsables de l'innocuité des aliments sont Santé et Bien-être social Canada, qui administre la Loi des aliments et drogues, et Agriculture Canada, qui s'occupe de la Loi sur l'inspection des viandes. Deux articles de la Loi des aliments et drogues se rapportent aux matières étrangères, à savoir:

Article 4. Nul ne doit vendre un aliment

a) qui contient ou porte une substance toxique ou délétère;

b) qui est impropre à la consommation humaine;

c) qui consiste, en tout ou en partie, en quelque substance ordurière, putride, dégoûtante, pourrie, décomposée ou provenant d'animaux malades ou de végétaux malsains;

d) qui est falsifié; ou

e) qui a été fabriqué, préparé, conservé, empaqueté ou entreposé dans des conditions non hygiéniques.

Article 7. Nul ne doit fabriquer, préparer, conserver, empaqueter ou emmagasiner pour la vente quelque aliment dans des conditions non hygiéniques.

Les organismes du gouvernement fédéral s'occupent de l'inspection de toutes les usines qui expédient des aliments d'une province à l'autre ou à l'étranger. Agriculture Canada s'occupe des viandes et de la plupart des fruits et des légumes frais et Santé et Bien-être social Canada; s'occupe de presque tout le reste. Il arrive que leurs responsabilités se chevauchent, mais les organismes décident de leur répartition pour éviter le double emploi.

La Direction générale de la protection de la santé de Santé et Bien-être social Canada a élaboré divers règlements et des lignes directrices à propos d'aliments et de contaminants spécifiques. Il en sera question dans la partie intitulée "Plan d'échantillonnage d'acceptation à trois classes par attribut".

Règlements des gouvernements provinciaux

Les gouvernements provinciaux inspectent les usines de traitement des aliments qui distribuent leurs produits à l'intérieur de leur province comme les usines d'embouteillage. Là encore, l'autorité des organismes fédéraux peut s'appliquer et chaque organisme tente d'éviter la répétition inutile des inspections.

Règlements des municipalités

Les services municipaux inspectent les établissements alimentaires locaux au niveau de détail, comme les restaurants, les établissements de restauration minute et les distributrices.

Commission canadienne des grains

C'est le seul organisme responsable de la classification et de l'établissement de la qualité des grains récoltés au pays ou importés.

Plan d'échantillonnage d'acceptation à trois classes par attribut

La Direction générale de la protection de la santé a élaboré diverses lignes directrices pour évaluer les taux de matières étrangères qui peuvent être trouvés dans les aliments parce qu'il est impossible de produire des aliments totalement exempts de matières étrangères même en appliquant de bonnes pratiques industrielles.

Le plan d'échantillonnage d'acceptation à trois classes par attribut est utilisé pour évaluer un lot afin de déterminer si différents types d'impuretés rendent ce lot acceptable, marginalement acceptable ou inacceptable. D'après la Commission internationale pour la définition des caractéristiques microbiologiques des aliments (ICMSF, 1986), quatre critères doivent être pris en considération:

n = le nombre d'unités analytiques qui doivent être examinées dans un lot pour satisfaire aux exigences de ce plan d'acceptation;

m = un critère qui permet de distinguer les unités de bonne qualité des unités de qualité marginale. En général, m représente un niveau acceptable et les valeurs supérieures à m mais inférieures ou égales à M sont de qualité marginale;

c = le nombre maximal permis d'unités analytiques de qualité marginale dans un échantillon;

M = un critère qui distingue la qualité marginale de la qualité défectueuse. Les valeurs supérieures à M sont inacceptables.

Chaque unité d'échantillonnage est analysée et classée comme étant de qualité acceptable, de qualité marginale ou de qualité défectueuse en appliquant les limites de classe "m" et "M". Si aucune unité n'est jugée défectueuse, ou si le nombre d'unités de qualité marginale est égal ou inférieur à "c", le lot est accepté. Sinon, le lot est rejeté. C'est-à-dire que le lot est rejeté si:

1) une défectuosité unique dans une des unités analytiques dépasse la valeur permise de "M";

2) l'échantillon contient trop d'unités analytiques de qualité marginale. C'est-à-dire que la valeur de "c" a été dépassée.

Dans bien des cas, on trouve plus d'un type d'impuretés dans le même produit. Chaque échantillon donnera une série de cotes pour chaque type d'impuretés. Il faut de l'expérience et du jugement pour déterminer l'effet cumulatif de plusieurs types d'impuretés dans le même produit. Le lot est également rejeté si:

3) il contient plus de trois espèces d'insectes infestant les produits entreposés;

4) il contient une infestation vivante;

5) il contient plusieurs types d'impuretés dont l'effet cumulatif est considéré inacceptable. L'expérience dicte combien et quels niveaux sont excessifs.

6) Si la matière étrangère présente est jugée capable de causer des dommages physiques, des blessures, la maladie ou la mort, le produit est jugé inacceptable sans tenir compte de ce qui précède.

Le tableau 8 contient des exemples de lots acceptables, marginalement acceptables ou inacceptables d'après les lignes directrices se rapportant aux fragments d'insectes dans le riz où:

n = 3
c = 1
m = 25 fragments d'insectes/100 g de riz
M = 50 fragments d'insectes/100 g de riz

TABLEAU 8

NOMBRE DE FRAGMENTS D'INSECTES DANS LE RIZ POUR ILLUSTRER LES LIGNES DIRECTRICES DE LA DGPS

	Unité analytique #1	Unité analytique #2	Unité analytique #3
Cas #1	25/100 g	25/100 g	25/100 g
Cas #2	25/100 g	25/100 g	50/100 g
Cas #3	25/100 g	50/100 g	50/100 g
Cas #4	25/100 g	25/100 g	100/100 g

Dans le cas 1, le lot est considéré acceptable parce que dans chacune des trois unités analytiques m ne dépasse pas 25 fragments d'insectes/100 g.

Dans le cas 2, le lot est considéré comme marginalement acceptable parce que l'unité analytique n° 3 est marginalement acceptable. Elle égale la valeur de "c" sans la dépasser.

Dans le cas 3, le lot est considéré comme inacceptable parce que deux des unités analytiques sont marginalement acceptables. Elles dépassent la valeur de "c".

Dans le cas 4, le lot est aussi considéré comme inacceptable parce que une des unités analytiques (n° 3) dépasse la valeur de "M".

Les lignes directrices relatives au riz comprennent également des valeurs pour les insectes entiers ou l'équivalent et les poils de rongeurs. La ligne directrice d'ensemble se lit comme suit:

	n	c	m	M
insectes entiers ou l'équivalent	3	1	1/100g	3/100g
fragments d'insectes	3	1	25/100g	50/100g
poils de rongeurs	3	2	0/100g	3/100g

Les résultats et les classements pour ces trois types de matières étrangères dans le riz blanc et le riz brun analysés par la Direction générale de la protection de la santé entre 1983 et 1988 sont présentés dans les tableaux 9 à 11.

TABLEAU 9

INSECTES ENTIERS OU L'ÉQUIVALENT DANS LE RIZ

Unité analytique #1	Unité analytique #2	Unité analytique #3	Classement
0	0	0	A
1	0	1	A
1	1	1	A
1	2	1	M
1	0	3	M
2	0	0	M
3	1	1	M
0	5	3	U
0	4	2	U
1	4	2	U
0	1	4	U
2	2	2	U
4	1	1	U
0	5	0	U
3	1	3	U
0	2	2	U

Unité analytique = 100g
*A = acceptable
M = marginalement acceptable
U = non acceptable

TABLEAU 10

FRAGMENTS D'INSECTES DANS LE RIZ

Unité analytique #1	Unité analytique #2	Unité analytique #3	Classement
15	24	25	A
24	25	22	A
22	21	25	A
7	33	10	M
49	18	20	M
43	24	19	M
0	72	12	U
40	27	0	U
71	25	14	U
37	27	30	U

Unité analytique = 100g
*A = acceptable
M = marginalement acceptable
U = non acceptable

TABLEAU 11

POILS DE RONGEURS DANS LE RIZ

Unité analytique #1	Unité analytique #2	Unité analytique #3	Classement
0	0	0	A
0	2	0	M
0	3	2	M
1	0	1	M
3	0	1	M
0	1	2	M
4	1	1	U
0	3	4	U
2	2	1	U
0	5	0	U
3	1	1	U

Unité analytique = 100g
*A = acceptable
M = marginalement acceptable
U = inacceptable

6. TECHNIQUES DE DÉTECTION

Les méthodes pour détecter les matières étrangères dépendent largement du type d'aliments et de la nature de la contamination qui peut être trouvée. On commence d'abord par l'examen macroscopique de l'aliment, c'est-à-dire un examen à l'oeil nu ou à un grossissement de 5x au plus.

Il est important que le personnel préposé au contrôle de la qualité inspecte les aliments à toutes les étapes du traitement et de l'entreposage de sorte que si on trouve des contaminants, ils puissent être traités ou éliminés le plus tôt possible. Bien souvent, les inspecteurs ne peuvent examiner un aliment qu'à une étape durant les opérations et un produit qui est manifestement insalubre peut leur échapper parce que le contaminant a été moulu finement ou très dilué. Lorsqu'on soupçonne un tel problème, il faut prélever des échantillons et les envoyer au laboratoire où les matières étrangères pourront être extraites et analysées au microscope.

La liste des méthodes de la Direction générale de la protection de la santé est donnée dans le tableau 12. On peut trouver d'autres méthodes dans les sources suivantes:

1. Association of Official Analytical Chemists (AOAC) - impuretés légères et lourdes (Horwitz, 1984)

2. Food and Drug Administration (FDA) - impuretés macroscopiques (Gorham, 1977, 1985; Centre for Food Safety and Nutrition, 1984)

3. American Association of Cereal Chemists (AACC) - matières étrangères dans le grain et les produits de grains (AACC, 1983; Bauer, 1985)

4. American Spice Trade Association (ASTA) - impuretés macroscopiques (ASTA, 1976)

5. Méthodes britanniques - impuretés macroscopiques et légères (Hanson, 1973; Thind and Griffiths, 1979)

6. Commission du Codex Alimentarius - impuretés macroscopiques (Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires, via Terme de Caracalla, Rome)

7. Organisation internationale de normalisation (ISO) - impuretés macroscopiques (Suisse)

Détection macroscopique

a) A l'oeil nu

C'est la méthode la plus fréquemment utilisée par les inspecteurs et les personnes préposées au contrôle de la qualité qui examinent les aliments à l'arrivée, durant le traitement ou durant l'entreposage. Il est important de reconnaître les différents aspects qu'un aliment en bon état peut avoir avant de juger s'il est contaminé ou non.

Lorsque des échantillons sont apportés au laboratoire pour une analyse visuelle, la surface externe d'un nombre choisi d'unités comme des graines, des fèves, des fruits, est examinée pour y déceler des défauts comme la présence d'insectes ou d'acariens ou des dommages causés par ceux-ci, la présence de sable ou de terre, de moisissures etc. Il est souvent nécessaire de prélever par grattage un peu de contamination, de la déposer sur une lame de verre et de l'examiner au microscope. Après l'examen de la surface externe, les graines etc. peuvent être coupées en deux et les surfaces internes seront examinées à la recherche de défauts. Des méthodes détaillées pour les analyses visuelles sont données dans certaines des méthodes de la Direction générale de la protection de la santé (Santé et Bien-être social Canada, 1989) dont la liste est fournie au tableau 12, par exemple, pour les grains de café, les fèves de cacao et les noix de muscade.

b) Loupes à 3 et 5x

Pour la contamination qui est à peine visible à l'oeil nu, une loupe est utile. Il est important que le produit soit bien éclairé pour bien voir les défauts qui peuvent être, par exemple, des acariens sur du fromage (illustrations 3 et 4), des acariens sur de la pâte de figue (illustration 5), des insectes dans les figues, et des moisissures dans les fentes à la surface des noix. Il peut être nécessaire de confirmer le type de contamination au microscope en déposant un peu de la matière en cause sur une lame de verre pour l'examiner.

c) Tamisage par voie sèche

Lorsque les particules d'aliments sont petites ou lorsqu'il y en a de diverses tailles, il est avantageux de séparer l'aliment d'après la taille des particules en le secouant au travers d'un jeu de tamis. Ordinairement, on monte trois tamis l'un sur l'autre, mais parfois on peut en empiler jusqu'à dix. Le diamètre des mailles de chaque tamis est choisi en fonction de la taille des particules alimentaires. Le tamis dont les mailles sont les plus larges se trouve sur le dessus et celui dont les mailles sont les plus petites se trouve au bas de la pile. On secoue les aliments dans les tamis pendant une période de temps déterminée puis le contenu de chaque tamis est examiné. En séparant les particules d'après leur taille, il est beaucoup plus facile de détecter de gros morceaux de matière étrangère sur les tamis à larges mailles et de petits morceaux sur les tamis plus fins.

d) Examen aux rayons X

Le principal avantage des rayons X, c'est qu'ils permettent de détecter des zones de contamination d'une façon non destructrice; ces zones de contamination passeraient souvent inaperçues à l'examen macroscopique ordinaire. Les examens aux rayons X s'appliquent plus particulièrement à la recherche d'infestation d'insectes dans les grains et de fragments d'os dans la viande désossée mécaniquement.

On trouvera des techniques spécifiques pour les examens aux rayons X dans les FDA Technical Bulletin #1 (Gorham, 1985) et #5 (Centre for Food Safety and Nutrition, 1984). Si les particules examinées aux rayons X demeurent bien en place, on pourra par la suite prélever des particules suspectes et les disséquer sous un grossissement de 10x pour vérifier les résultats des radiographies.

e) Examen à l'ultraviolet

La lumière ultraviolette à ondes longues (environ 366nm) est souvent utilisée pour l'inspection des aliments ou des emballages à la recherche de traces d'urine qui pourraient ne pas être visibles à la lumière ordinaire. L'examen se fait dans une chambre noire. Dans la plupart des cas, les taches d'urine émettent une fluorescence blanche ou verte. On peut les marquer et envoyer l'aliment contaminé au laboratoire pour obtenir une identification chimique. Il faut remarquer que d'autres substances peuvent émettre une fluorescence comme les huiles lubrifiantes, l'encre d'imprimerie utilisée sur les emballages, des détergents, les aflatoxines et les déjections de certains insectes. Par conséquent, la fluorescence n'est qu'une indication de contamination et doit être confirmée par d'autres indices comme des traces d'activité de rats, de souris et d'insectes et des analyses chimiques.

f) Mirage

Le mirage est une technique visuelle qui permet de détecter la présence de particules de verre ou d'autres matières étrangères dans les boissons embouteillées. Ceux qui procèdent au mirage doivent porter des verres de sécurité pour se protéger contre les explosions de bouteille et de la lumière brillante pendant l'examen des bouteilles de boisson gazeuse. L'examinateur tient une bouteille à la verticale devant une source de lumière forte et la fait tourner lentement pendant qu'il examine le liquide. Il examine ensuite le col de la bouteille pour voir s'il y a des disques de moisissure ou des écailles de peinture. Il faut tourner doucement la bouteille en la tenant à la verticale et en examiner le fond pour voir si des moisissures, des levures, de la poussière, de la saleté et des fibres s'y seraient déposées. Puis la bouteille est délicatement inclinée pour en examiner le col et l'épaule afin de voir si des particules de verre s'en détachent. Le temps de chute varie suivant la taille et la forme des particules. Si l'on pense qu'il s'agit de particules de verre, des échantillons sont envoyés au laboratoire où le contenu des bouteilles est filtré et analysé au microscope ou chimiquement.

g) Examen organoleptique

Un examinateur expérimenté est souvent capable de sentir certains types de contamination comme la moisissure des grains de café, et les infestations par des acariens ou des rongeurs. On peut entendre les fourmis charpentières qui mastiquent les aliments. Les examens organoleptiques devraient être confirmés par un examen à vue ou des essais chimiques.

Détection au microscope

Dans ce type de détection, les particules de matières étrangères sont séparées de l'aliment et examinées avec un microscope à dissection ou composé. La majorité des aliments examinés au microscope sont des aliments traités ou moulus ou qu'on soupçonne d'être contaminés. Comme on recherche des matières particulaires, les techniques de séparation sont basées sur des propriétés physiques plutôt que des propriétés chimiques. Les méthodes comprennent habituellement trois phases: le pré-traitement, l'extraction et la récupération.

a) Pré-traitement

Le pré-traitement est la préparation d'un aliment en vue de l'extraction par l'une ou plusieurs des méthodes suivantes:

i) dégraissage par ébullition ou mijotage dans un solvant organique (p. ex. AOAC, méthode 44.125, Horwitz, 1984) ou par lavage avec un détergent suivi d'un tamisage par voie humide (DGPS méthode ExFHPB-1, Produits de pâtes alimentaires, 4.3.5). Le dégraissage diminue la quantité de graisses ou d'huiles dans l'aliment de sorte qu'il ne flottera pas dans la couche d'huile avec les impuretés pendant l'extraction. Si les matières sont trop dégraissées, les contaminants se trouvent aussi dégraissés et leur récupération est réduite;

ii) digestion par HCl (DGPS méthode ExFHPB-1, Produits de pâtes alimentaires, 4.3.1-4.3.3) ou par une enzyme (AOAC méthode 44.025, Horwitz, 1984) pour disperser l'aliment;

iii) tamisage: par voie humide (AOAC méthode 44.005a, Horwitz, 1984) ou par voie sèche (voir Détection macroscopique #3), pour diminuer la quantité de produits à analyser;

iv) désaérage par ébullition (AOAC méthode 44.126a, Horwitz, 1984) ou par pompe à vide placée au-dessus de l'aliment dispersé dans un milieu aqueux pour empêcher la flottation de quantités excessives d'aliments;

v) refroidissement pour aider à diminuer la quantité d'aliments flottants (AOAC méthode 44.126a, Horwitz, 1984). Un refroidissement excessif diminue la récupération de contaminants.

b) Extraction

L'extraction est la séparation des matières étrangères de l'aliment.

i) Impuretés légères

L'aliment est dispersé dans un milieu aqueux (eau, eau-alcool). On ajoute de l'huile qu'on mélange au milieu aqueux. Lorsque les gouttelettes d'huile montent vers la surface de la phase aqueuse elles entrainent une bonne part des éléments de contamination (fragments d'insectes, poils, etc.) qui sont lipophiles et insolubles dans la plupart des réactifs utilisés pour l'extraction. Un agent mouillant comme le tétracémate + Tween-80) peut être ajouté à la phase aqueuse pour aider l'aliment à se déposer.

Les deux appareils les plus fréquemment utilisés pour l'extraction des impuretés légères sont la fiole-piège (illustration 6) et le percolateur (illustration 9). Les méthodes d'utilisation de ces deux appareils sont décrites en détail ci-après:

FIOLE-PIÈGE

On utilise la méthode DGPS ExFLP-14 pour la détection des impuretés légères dans les dattes. La verrerie et les tamis doivent être rincés avec de l'eau pour en éliminer la saleté, les poils et d'autres matières étrangères qui auraient pu y pénétrer pendant l'entreposage.

1. Placer 100 g de dattes ou de produits de dattes dans un bécher de 1 L. Il est plus facile de peser les 100 g directement dans un bécher de 1 L mais si la matière a été pesée sur un autre contenant, il faut s'assurer de bien rincer le résidu laissé sur le contenant de pesée avec un jet d'eau tiède provenant d'un flacon-gicleur pour s'assurer que toute la matière a été transférée dans le bécher.

2. Ajouter 400 ml d'eau chaude du robinet (50 à 70°C) et un agitateur magnétique (1 x 5 cm ou plus).

3. Amener le mélange à l'ébullition avec l'agitateur magnétique. Faire bouillir jusqu'à ce que le mélange soit dispersé (30 à 45 min pour les dattes pressées et 30 min pour les dattes tranchées, hachées ou macérées). Cette étape permet à la matière de se disperser sans que les matières étrangères ne subissent de modification. Elle aide aussi à désaérer le produit de dattes pour éviter qu'il ne flotte à la surface pendant l'étape d'extraction par l'huile.

4. Transférer le mélange sur un tamis #140. Tamiser par voie humide avec de l'eau chaude du robinet (50 à 70°C). Le tamisage par voie humide se fait en versant une petite quantité de matière dans le tamis tenu à un angle de 30°. On laisse un jet modéré d'eau du robinet laver le contenu. On augmente la pression du jet pour obtenir une action maximale sur le tamis tout en évitant qu'il soit violent au point de faire mousser la matière jusqu'au bord du tamis ou de produire des éclaboussures. La matière doit demeurer près du bord inférieur du tamis et être lavée jusqu'à ce que l'eau la traverse facilement et en sorte claire. Ajouter du produit de dattes et tamiser encore une fois par voie humide jusqu'à ce que l'eau de tamisage soit claire. Continuer le tamisage par voie humide jusqu'à ce que tout le matériel ait été lavé. Il faut rincer l'intérieur du bécher plusieurs fois à l'eau chaude et verser celle-ci sur le tamis pour s'assurer que tout le matériel a été transféré. Le tamisage par voie humide aide à diminuer la quantité de matières fines qui pourraient nuire aux étapes subséquentes.

5. Placer un grand entonnoir (15 cm de diamètre au haut du cône) sur le col de la fiole-piège de 2L. Une fiole-piège est un Erlenmeyer contenant une tige filetée attachée à un gros bouchon (tige-piège) (illustration 6). S'assurer que la tige passe à travers l'entonnoir. Le matériel qui se trouve dans le tamis est transféré dans l'Erlenmeyer à l'aide d'un jet d'eau provenant d'un flacon-gicleur. Rincer le fond et les côtés du tamis et vider l'eau de rinçage dans l'Erlenmeyer. Reprendre cette opération au moins trois fois. Si une partie de la matière reste collée au tamis, nettoyer celui-ci à l'aide d'une spatule en caoutchouc et transférer la matière dans l'Erlenmeyer avec un jet d'eau. Remarquer que chaque fois que de la matière est transférée d'un

contenant dans l'autre, comme par exemple du tamis à l'Erlenmeyer, il est nécessaire de faire un transfert quantitatif. Laver immédiatement le tamis en le tenant à l'envers et le rincer avec un jet d'eau fort pour s'assurer qu'aucune matière ne sèche ou ne colle à sa surface.

6. Déposer avec précaution un agitateur magnétique (1x5 cm) dans le liquide en le faisant glisser le long de la paroi de l'Erlenmeyer. Éviter de faire gicler le liquide. Porter le volume de liquide dans l'Erlenmeyer à 900 ml avec de l'eau désaérée. Ajouter l'eau lentement pour éviter les éclaboussures ce qui risquerait d'emprisonner de l'air dans la matière végétale la ferait flotter, ce qui interférerait avec l'extraction. L'utilisation d'eau fraiche du robinet plutôt que d'eau désaérée peut faire que de 2 à 5 fois plus de matières végétales flottent lors de l'extraction. Ajouter lentement 50 ml de kérosène le long de la tige-piège pour que le liquide ne gicle pas.

7. Porter lentement l'agitateur à la vitesse maximale sans provoquer d'éclaboussements audibles ou visibles ou une émulsion permanente. Toute la matière végétale doit se trouver en suspension et une partie de la barre magnétique doit être visible au fond du tourbillon créé par l'agitateur. Poursuivre l'agitation pendant 5 minutes.

8. Ajouter lentement de l'eau désaérée en la faisant glisser le long de la tige-piège, en maintenant le haut du bouchon juste au-dessus de la couche de kérosène. Lorsque le bouchon est presque rendu à sa position la plus élevée continuer à ajouter de l'eau jusqu'à ce que la couche de kérosène passe par-dessus le bouchon et que sa surface inférieure se trouve à environ 1 cm au-dessus du bouchon au haut de sa course.

9. Faire tournoyer le bouchon dans la partie inférieure de l'Erlenmeyer pour remettre le sédiment en suspension.

10. Laisser reposer le mélange pendant 30 min en agitant de façon intermittente la phase inférieure durant les 20 premières min (illustration 7). Ne brisez pas l'interface huile-eau.

11. Faire tourner le bouchon pour chasser le sédiment. Monter le bouchon aussi loin que possible dans le col de l'Erlenmeyer en s'assurant que la couche d'huile et au moins 1 cm de liquide de la couche inférieure se trouvent au-dessus du bouchon. Maintenir le bouchon en place et vider le liquide dans un bécher de 1L. Cette étape s'appelle en anglais "trapping off" (illustration 8).

12. Rincer la matière qui se trouve sur la tige et dans le col de l'Erlenmeyer avec l'eau d'un flacon-gicleur et la verser dans le bécher.

13. Abaisser lentement la tige en évitant de perdre une partie du liquide par des éclaboussements soudains qui peuvent surtout se produire lorsque le bouchon est coincé dans le col de l'Erlenmeyer.

14. Préparer un appareil de filtration sous vide à l'aide d'un entonnoir de type Hirsch ou Buchner. Placer un papier-filtre ligné (S&S #8) d'un diamètre plus grand que celui de l'entonnoir à la surface de celui-ci de façon à former un godet. Mouiller le papier avec de l'eau et s'assurer

qu'il est placé de façon que la succion soit bonne avant de commencer la filtration. Avec de l'eau puis avec de l'alcool provenant de flacons-gicleurs, transférer quantitativement le contenu du bécher dans le godet de papier-filtre ligné et marqué en faisant fonctionner la pompe à vide. Éviter de laisser le liquide s'accumuler sur le papier-filtre. Déposer le papier-filtre dans une boite de Pétri et l'humecter à l'aide de 1 à 2 ml d'agent de clarification (glycérol-alcool (95 %)(1:1)) (illustration 13).

15. Ajouter 35 ml de kérosène à la fiole-piège.

16. Agiter vigoureusement à la main pendant 1 min en imprimant à l'Erlenmeyer un mouvement rotatif et de haut en bas pour disperser le kérosène dans le mélange. Ajouter suffisamment d'eau pour amener l'interface à 1 cm au-dessus du bouchon complètement en haut de sa course.

17. Laisser reposer le mélange pendant 30 min en l'agitant de façon intermittente durant les 20 premières min. Il peut être nécessaire de pousser les particules de dattes dans la phase inférieure avec le bouchon de la tige piège.

18. Faire tourner la tige et la soulever jusqu'au haut de la course du bouchon comme précédemment. Rincer la tige avec de l'eau puis avec de l'alcool.

19. Piéger la phase supérieure et la vider dans un bécher comme à l'étape 11, en rinçant le col de l'Erlenmeyer avec de l'eau puis de l'alcool.

20. D'abord avec de l'eau puis avec de l'alcool provenant de flacons-gicleurs, transférer quantitativement le contenu du bécher dans un deuxième godet de papier-filtre ligné marqué comme à l'étape #14. Humecter le papier avec 1 à 2 ml d'agent de clarification. Les papiers sont maintenant prêts à être examinés au microscope.

PERCOLATEUR

On utilise la méthode DGPS ExFHPB-1 pour la détection des matières étrangères dans les pâtes alimentaires. La verrerie et les tamis doivent être rincés à l'eau pour en déloger la saleté, les poils et d'autres matières étrangères qui y seraient entrés pendant l'entreposage.

1. Peser 100 g de pâtes alimentaires dans un bécher de 2 L. S'il s'agit de spaghetti, les baguettes doivent être assez longues pour ne pas reposer au fond du bécher, car la présence d'une grande quantité de spaghetti au fond du contenant peut empêcher une digestion complète.

2. Ajouter 1 L de HCl (30 ml de HCl + 970 ml d'eau), 0,3 ml de solution antimousse et couvrir. Par mesure de sécurité, (au cas de bris) déposer le bécher dans un contenant plus grand.

3. Passer à l'autoclave pendant 30 min à 121°C. Attention: inspecter périodiquement l'autoclave pour déceler les dommages causés par la corrosion.

4. Tamiser par voie humide sur un tamis #230 avec de l'eau chaude du robinet (50 à 70°C) pour éliminer tout le liquide d'origine et une bonne portion de la matière fine. Se reporter à l'étape 4 de la méthode de la fiole-piège à propos de la technique de tamisage.

5. S'il reste sur le tamis des matières grasses visibles sous la forme de gouttelettes d'huile ou de graisse, dégraisser de la façon suivante. Placer le tamis dans un plat peu profond, couvrir le résidu avec environ 2 cm de détergent (sulfate laurique sodique à 1 %) chaud (50 à 70°C), laisser reposer pendant 5 min, égoutter et tamiser par voie humide avec de l'eau chaude du robinet (50 à 70°C) jusqu'à ce que toute la mousse ait disparu. Prendre garde de ne pas laisser la mousse déborder sur les côtés du tamis. Reprendre la technique de dégraissage au moins une fois encore jusqu'à ce que toutes les matières grasses visibles aient été éliminées.

6. Transférer la matière tamisée avec de l'eau chaude (50 à 70°C) dans le premier bécher utilisé. Rincer au moins trois fois pour assurer un transfert quantitatif et compléter le volume jusqu'à approximativement 1 L. Ajouter 30 ml de HCl concentré, un agitateur magnétique (1x5 cm) et 50 ml d'huile minérale.

7. Agiter magnétiquement à la vitesse maximale qui ne produit pas d'éclaboussures visibles ou audibles pendant 6 min.

8. Transférer immédiatement le contenu du bécher dans un percolateur (illustration 9) contenant environ 250 ml d'eau. Rincer le contenu du bécher au moins trois fois avec de l'eau chaude du robinet et verser l'eau de rinçage dans le percolateur en prenant soin de bien recueillir toute la matière tamisée, y compris les grosses particules. Porter le volume du liquide dans le percolateur à 1 700 ml avec de l'eau chaude du robinet (illustration 10).

9. Placer l'agitateur magnétique dans un bécher et, à l'aide de flacons-gicleurs, rincer les particules qui y adhèrent, d'abord avec de l'eau puis avec de l'alcool et finalement avec un détergent jusqu'à ce que toutes les particules aient été détachées. Filtrer le liquide de rinçage à travers un godet de papier-filtre ligné à l'aide d'un appareil à vide comme dans la méthode avec la fiole-piège (étape 14). Déposer le papier-filtre dans une boite de Pétri et l'humecter avec 1 à 2 ml d'agents de clarification (glycérol:alcool (95 %)(1:1)).

10. Laisser reposer 3 min, égoutter l'interface huile-eau dans un bécher de 2 L; ne conserver que 250 ml du mélange dans le percolateur. Réserver le contenu du bécher pour l'examen des grosses particules.

11. Remplir à nouveau le percolateur en faisant couler de l'eau chaude du robinet le long des parois pour détacher la matière végétale qui y adhère et porter le volume à 1,700 ml.

12. Laisser reposer de 2 à 3 min, égoutter le percolateur et n'y conserver que 250 ml du mélange; jeter le liquide de drainage et répéter le remplissage et l'égouttage encore deux fois. Après le dernier remplissage, la couche inférieure devrait être pratiquement exempte de matières en suspension. Sinon, continuer pendant un ou deux cycles.

13. Finalement, drainer l'interface huile-eau jusqu'à la marque de 250 ml et vider ce qui reste dans le premier bécher utilisé. Rapidement, à l'aide de flacons-gicleurs, laver les parois du percolateur avec des portions successives d'environ 50 ml d'eau chaude du robinet, d'alcool et d'eau chaude du robinet, qui seront versées dans le bécher. Utiliser du détergent (sulfate laurique sodique à 1 %) si nécessaire.

14. A l'aide de l'appareil de filtration sous vide, filtrer le contenu du bécher sur un papier-filtre ligné marqué avec un minimum de 50 ml de liquide de rinçage constitué d'eau chaude, d'alcool et d'eau chaude ou de détergent. Si nécessaire, utiliser une spatule de caoutchouc pour nettoyer les parois du bécher.

15. Déposer le (ou les) papier(s)-filtre(s) dans une (ou des) boite(s) de Pétri et humecter avec 1 à 2 ml d'agent de clarification. Les plaques sont maintenant prêtes pour l'examen au microscope.

ii) Impuretés lourdes

Lors d'une extraction d'impuretés lourdes, l'aliment est dispersé dans un milieu aqueux ou un solvant organique ayant une densité spécifique qui permet à l'aliment de flotter et aux matières étrangères plus lourdes que l'aliment comme le sable, le verre et les excreta de se déposer dans le fond.

Voici la méthode DGPS ExFLP-14 utilisée pour l'isolement des impuretés lourdes dans les dattes.

1. Vider le reste du contenu de la fiole-piège (après l'étape 19 de la méthode de la fiole-piège pour l'isolement des impuretés légères) et laver, portion par portion, à travers un tamis #140. Tamiser le contenu

par voie humide avec de l'eau chaude du robinet (50 à 70°C) jusqu'à ce que l'eau de rinçage soit claire. On trouvera la technique de tamisage à l'étape 4 de la méthode de la fiole-piège pour l'isolement des impuretés légères.

2. Examiner le contenu du tamis pour voir s'il y a des noyaux ou des morceaux de noyaux d'au moins 2 mm. Il est facile de les sentir avec les doigts (propres). Récupérer les noyaux et les fragments de noyaux, les mesurer et compter ceux dont la dimension la plus longue est d'au moins 2 mm.

3. Transférer la matière qui reste sur le tamis dans un bécher de 1 L et remplir ce dernier d'eau (illustration 11).

4. Laisser le contenu se déposer pendant 15 sec. et décanter la portion supérieure, en laissant le résidu lourd formé de sable, de terre etc. dans le bécher.

5. Ajouter de l'eau et reprendre l'étape de la sédimentation et de la décantation (étape #4) jusqu'à ce que toute la matière végétale ait été éliminée (illustration 12).

6. À l'aide d'un jet d'eau provenant d'un flacon-gicleur, transférer quantitativement tout le résidu qui se trouve dans le bécher sur un papier-filtre taré et séché à l'étuve (illustration 14).

7. Examiner la papier-filtre à l'aide d'un microscope binoculaire à un grossissement de 30x à la recherche d'impuretés lourdes.

8. Sécher le papier-filtre dans une étuve et déterminer le poids différentiel en mg.

9. S'il y a une contamination appréciable (plus de 75 mg), le papier-filtre et son contenu sont réduits en cendres à 500°C. La température est élevée lentement pour que le papier-filtre ne prenne pas en feu. Il doit seulement laisser échapper de la fumée lentement. La matière réduite en cendres est refroidie dans un dessiccateur et pesée. Le processus est répété deux fois pour obtenir un poids constant de matière inorganique.

L'analyse des impuretés lourdes dans d'autres produits se fait de la même façon en utilisant de l'eau, des solutions salines de diverses concentrations, du chloroforme ou du tétrachlorure de carbone. Bien que ces deux dernières substances chimiques soient inflammables et toxiques, leur utilisation est recommandée puisqu'elles donnent une séparation plus nette entre les matières végétales et les impuretés lourdes et qu'elles ne dispersent pas les excreta de rongeurs et d'autres animaux.

iii) Autres impuretés

Parmi les autres méthodes d'extraction des matières étrangères, mentionnons la séparation à l'aide d'un aimant des particules métalliques contaminant les aliments comme les pâtes alimentaires (étape #9 de la méthode au percolateur pour les impuretés légères)

ou le chocolat (DGPS méthode ExFLP-16). Bon nombre de méthodes de détection des matières étrangères comprennent également des analyses pour déceler les moisissures comme la méthode Howard de numération des moisissures et des numérations de fragments de pourriture (p. ex. méthode DGPS MFO-5 pour les produits de tomate), l'ergot dans les particules de grain (McClymont Peace et Harwig, 1982) et les méthodes chimiques pour la détection des moisissures (Cousin, Zeidler et Nelson, 1984; Davies, Dennis et Grant, 1987, Lin et Cousin, 1985 et Lin, Lister et Cousin, 1986).

c) Récupération

La récupération équivaut au filtrage des matières étrangères et à l'examen des papiers-filtres au microscope (illustrations 13 et 14). D'ordinaire, les papiers sont examinés au microscope binoculaire à un grossissement de 30x. On utilise des grossissements plus forts avec un microscope binoculaire ou composé pour la confirmation de l'identification. Les techniques d'identification sont décrites dans le chapitre suivant.

TABLEAU 12

DIRECTION GÉNÉRALE DE LA PROTECTION DE LA SANTÉ
MÉTHODES POUR LES MATIÈRES ÉTRANGÈRES

DENRÉE	TYPE DE MÉTHODE	UNITÉS ANALYTIQUES PAR ÉCHANTILLON	MÉTHODE DE RÉFÉRENCE	TEMPS D'ANALYSE
Pâtes alimentaires	Impuretés légères Impuretés lourdes	3 x 225 g	ExFHPB-1	6-7 h/
Aliments pour bébés	Impuretés légères Impuretés lourdes Numération des moisissures (Howard)	3 pots 3 x 10 g	FFAO 78/79	5-6 h/ échantillon
Produits de boulangerie sans fruits ni noix	Impuretés légères Impuretés lourdes	3 x 100 g	ExFLP-22	6-7 h/ échantillon
Tofu (caillé de fèves)	Impuretés légères Impuretés lourdes	3 x 100 g	ExFLP-20	5-6 h/ échantillon
Boissons	Impuretés totales	8 bouteilles 80/81	FFA4	4-5 h/ échantillon
Fromage râpé	Impuretés totales	3 x 225 g	ExFLB-10	6-7 h/ échantillon
Chocolat	Particules métalliques magnétiques	3 x 100 g	ExFLP-16	6-7 h/ échantillon
Fèves de cacao	Saletés macroscopiques	8 x 100 fèves	ExFHPB-2	6-7 h/ échantillon
Poudre de cacao	Particules métalliques magnétiques	3 x 100 g	ExFLP-16	6-7 h/ échantillon
Grains de café	Saletés macroscopiques	8 x 100 grains	ExFHPB-3	5-6 h/ échantillon
Raisins de Corinthe	Voir Raisins secs			
Dattes (entières)	Saletés macroscopiques	8 x 50 dattes	ExFHPB-4	5-6 h/ échantillon

DENRÉE	TYPE DE MÉTHODE	UNITÉS ANALYTIQUES PAR ÉCHANTILLON	MÉTHODE DE RÉFÉRENCE	TEMPS D'ANALYSE
Dattes (hachées, tranchées, macérées, pressées)	Impuretés légères Impuretés lourdes	3 x 100 g	ExFLP-14	6-7 h/ échantillon
Pâte de figues	Impuretés légères Impuretés lourdes	8 x 100 g	ExFHPB-6	6-7 h/ échantillon
Farine (blanche, de blé)	Impuretés légères Impuretés lourdes	3 x 50 g	ExFLP-19	6-7 h/ échantillon
Fruits (séchés)	Saletés macroscopiques	8 x 50 unités	ExFLP-8	5-6 h/ échantillon
Fruits (glacés, cristallisés)	Saletés macroscopiques Impuretés légères Impuretés lourdes	3 x 225 g	ExFLP-4	4-5 h/ échantillon
Légumineuses (séchées, congelées, en conserve, pois, haricots, lentilles)	Saletés macroscopiques Impuretés légères	8 x 100 unités 3 x 583 g	ExFLP-15	4-5 h/ échantillon 4-5 h/ échantillon
Viande (désossée mécaniquement)	Particules métalliques magnétiques Fragments d'os	3 x 225 g	ExFLB-11	4-5 h/ échantillon + digestion de nuit
Champignons (en conserve, séchés, congelés, etc.)	Acariens, asticots, nématodes, moisissures	6 x 100 g	ExFLP-17	4-5 h/ échantillon
Noix (écalées et en écales)	Saletés macroscopiques	8 x 100 noix	ExFLP-9	5-6 h/ échantillon
Riz (blanc)	Impuretés légères	3 x 100 g	ExFLP-21	3-4 h/
Riz (brun)	Impuretés légères Impuretés lourdes	3 x 100 g	ExFLB-13	4-5 h/ échantillon

DENRÉE	TYPE DE MÉTHODE	UNITÉS ANALYTIQUES PAR ÉCHANTILLON	MÉTHODE DE RÉFÉRENCE	TEMPS D'ANALYSE
Sauce soya	Impuretés totales	3 x 1 bouteille	ExFLP-12	5-6 h/ échantillon
Sauces de fèves soya (fermentées)	Impuretés légères Impuretés lourdes	3 x 100 g	ExFLP-12	5-6 h/ échantillon
Spiruline, algues et végétation marine	Impuretés légères	3 x 50 g	ExFLP-23	6-7 h/ échantillon
Thé (noir)	Impuretés lourdes	3 x 25 g	ExFLP-18	5-6 h/ échantillon
Produits de tomates	Numération des moisissures (Howard)	3 x 50 g	MFO-5	3-4 h/ échantillon

7. IDENTIFICATION

Techniques générales

Les identifications de matières étrangères sont la plupart du temps basées sur leurs propriétés microscopiques. Pour les examens ordinaires d'impuretés légères et de particules métalliques, le papier-filtre et son contenu sont humidifiés et clarifiés à l'aide d'une solution de glycérol-alcool (95 %) (1:1) qui devrait être appliquée immédiatement après la filtration pour empêcher que le matériel durcisse. Cette solution clarifie partiellement la matière végétale et aide les contaminants à ressortir contre le papier-filtre blanc. Il faut ajouter suffisamment de solution pour imprégner les fibres du papier-filtre, mais pas trop pour que les contaminants ne flottent pas d'un endroit à l'autre. On peut également utiliser de l'huile de clou. Celle-ci élimine mieux la matière végétale mais elle est beaucoup plus dispendieuse (10 fois). Pour l'examen des impuretés lourdes, les papiers-filtres sont humidifiés avec de l'eau ou de l'alcool à 50 %. La matière végétale, s'il en reste, n'est pas éliminée mais les crottes de rongeurs et les larves sont maléables et peuvent facilement être disséquées pour être examinées. Une fois qu'ils ont été humidifiés, les papiers-filtres sont pressés contre le fond de la boite de Pétri, de préférence à l'aide d'une tige de verre, pour faire en sorte que le papier reste aussi plat que possible afin que la plus grande partie du matériel se trouve dans le même plan focal.

Pour examiner les plaques de contamination (papier-filtre), on utilise un microscope binoculaire à un grossissement de 30x. Avec ce grossissement, le champ est d'environ 5 mm, ce qui constitue la distance entre deux lignes sur le papier-filtre. En commençant à une extrémité du papier-filtre et en se servant des lignes comme guide, on examine le papier de gauche à droite puis de droite à gauche entre les lignes jusqu'à ce qu'on ait couvert toute la surface. Ne pas oublier d'examiner les bords du papier-filtre, car les contaminants montent souvent le long des côtés pendant la filtration.

Pendant l'examen d'un champ, les impuretés ou d'autres particules peuvent être retournées ou déplacées avec une tige de verre pour mieux les examiner. Les particules douteuses peuvent être examinées à un plus fort grossissement, soit de 60 à 70x. Ces grossissements sont à la limite supérieure du pouvoir de résolution d'un microscope binoculaire utilisant la lumière réfléchie. Les lentilles du microscope doivent être propres en tout temps pour que l'image soit claire. On doit utiliser une source de lumière intense et uniforme. Parfois la combinaison de lumière réfléchie et de lumière transmise (par le fond de la plaque) aide à voir plus clairement les structures.

Si les structures d'une particule ne sont pas suffisamment claires pour permettre de l'identifier, on peut l'examiner avec un microscope composé, à des grossissements de 100 à 400x. La particule est d'abord transférée, à l'aide d'une tige de verre ou de pinces fines, sur une lame de verre unie ou à concavité contenant une petite quantité de milieu de montage et recouverte d'une lamelle. Pour les montages temporaires, on peut utiliser du glycérol. Pour les montages permanents, les milieux les plus faciles à utiliser et les plus satisfaisants sont la gelée de glycérine (aussi appelée gelée de glycérol) ou le malinol qui peuvent être utilisés sans avoir à clarifier ou à

déshydrater le spécimen. Pour l'examen des acariens, le milieu de Heintz est recommandé et, pour les moisissures, on utilisera le liquide de Amann. Comme le milieu de Amann est liquide, il faut sceller les bords de la lamelle à l'aide d'un milieu qui durcit comme l'Euparal, le baume ou du poli à ongles. Il est bon de sceller les lames préparées avec tous ces milieux de montage pour prévenir la déshydratation du matériel. À cette fin, on recommande le Glyptol, un produit résistant à l'huile et à la moisissure destiné aux fils électriques, qui est disponible chez Canadian General Electric (G-1201). Ce produit fige en 2 heures et scelle de façon durable mais il doit être utilisé sous une hotte.

Un microscope de comparaison est aussi utile pour l'identification des matières étrangères. Une particule douteuse est placée sur un des plateaux et une particule de référence sur l'autre. Elles peuvent être examinées en même temps et au même grossissement, l'une à côté de l'autre. Cet instrument est très utile pour l'identification des poils et des espèces d'insectes.

D'ordinaire les particules de matières étrangères sont identifiées et comptées en utilisant un microscope binoculaire. Les plus grosses et les plus petites particules sont mesurées à l'aide d'un micromètre placé dans un des oculaires du microscope. Les particules douteuses et les insectes, les acariens, les poils etc. sont identifiés en utilisant un microscope composé ou de comparaison.

Plusieurs méthodes de coloration sont recommandées pour aider la numération. Mais les identifications devraient être basées sur les structures des fragments ou des parties, et non pas sur leur coloration.

Il est souvent difficile de voir les acariens sur un papier-filtre parce qu'ils sont petits, blancs et souvent recroquevillés. On peut les colorer en bleu en ajoutant du bleu de méthylène (1,0 g/L d'eau) au contenu du flacon d'extraction. Cependant, certaines matières végétales sont aussi colorées en bleu et, en général, les exuvies d'acariens (dépouilles ou carapaces) ne prennent pas le colorant. Le violet de cristal (en solution aqueuse saturée) est utilisé pour colorer les acariens, les asticots et les nématodes dans les champignons qui sont ensuite blanchis à l'hypochlorite de sodium. Les acariens etc. apparaissent en bleu et les tissus des champignons, en blanc. Même si les acariens sont bleus, il faut vérifier leur forme et leur structure pour confirmer l'identification avant de les inclure dans une numération. Pour des produits comme le cacao et la cannelle, dans lesquels les fragments d'aliments sont presque de la même couleur que les fragments d'insectes, la numération est facilitée si le cacao etc. est blanchi (AOAC, méthode 44.006-.007, Horwitz, 1984) après qu'on a examiné la plaque à la recherche de poils.

Identifications spécifiques

a) Matières alimentaires

Avant l'identification des particules de matières étrangères, il est important de bien connaitre la structure microscopique de la matière alimentaire. Les ouvrages de Wallis (1965) et Smith (1983) sont utiles pour l'identification des matières végétales.

b) **Insectes entiers**

Un insecte est constitué d'une tête, d'un thorax, d'un abdomen et, en général, de trois paires de pattes (figures 1 à 6). Son corps est segmenté et sa cuticule ou carapace présente des micro-structures caractéristiques. Les insectes passent par différents stades au cours de leur cycle de vie. Ceux qui subissent une métamorphose complète ont quatre stades très différents: l'oeuf, la larve (illustration 15), la pupe (illustration 16) et l'adulte (illustration 17). Ceux qui subissent une métamorphose incomplète ont des stades similaires de taille différente : l'oeuf, la nymphe et l'adulte, comme, par exemple, les blattes. Les insectes peuvent être identifiés selon leur ordre, p. ex. mouches, charançons, etc. en utilisant la clé d'identification de Borror, Delong et Triplehorn (1981) pour les adultes, celle de Wilson et coll. (1984) pour les adultes, les larves et les nymphes et celle de Peterson (1960, 1962) pour les larves. La meilleure clé d'identification pour les insectes des produits entreposés est celle de Freeman (1980). Parmi d'autres références utiles mentionnons Hinton (1945) et Aitken (1975) (charançons), Agriculture Canada (1981, 1987) (mouches), et Metcalf, Flint et Metcalf (1962) ainsi que Ebeling (1975) (insectes ayant une importance économique).

c) **Equivalent d'insectes entiers**

Le nombre d'insectes entiers qu'on retrouve dans un produit alimentaire est un indice du niveau de contamination. Comme les insectes peuvent être endommagés ou brisés pendant le traitement ou la manutention des aliments, l'expression "équivalent d'insecte entier" a été définie pour faire la numération de parties d'insecte de façon qu'elles ne soient jamais comptées deux fois ni oubliées. Un équivalent d'insecte entier doit avoir la partie centrale du dos ou de la tête pour être comptée.

Dans une numération d'insecte entier ou d'équivalent d'insecte entier on compte ce qui suit:

i) les têtes entières d'adultes, de pupes et de larves de coléoptères (figures 7 à 11) et de lépidoptères (figure 12);

ii) les parties de tête de coléoptères et de lépidoptères (adultes, pupes et larves) lorsque plus de la moitié de la tête est présente. Ces têtes doivent comprendre tout le lobe frontal comme sur les figures 7 à 12 (aire en pointillé);

iii) les têtes entières ou partielles d'exuvies de coléoptères et de lépidoptères. Plus de la moitié d'une tête exuviale partielle doit être présente pour être comptée et elle doit inclure tout le lobe frontal (figures 7 à 12, aire en pointillé).

iv) les têtes entières d'adultes, de pupes et de larves de diptères (figure 13);

v) les parties de tête de diptères lorsque plus de la moitié de la tête est présente. Dans le cas des diptères adultes, ces têtes doivent comprendre tout le lobe frontal (figure 13, aire en pointillé). Dans le cas des larves de diptères (asticots) et des pupes, ces têtes doivent

comprendre tout le crochet buccal (figure 13, aire en pointillé, et figure 14).

d) Fragments ou parties d'insectes

Les fragments ou parties d'insectes sont identifiés d'après leur forme caractéristique et le fait que la cuticule présente des traits spécifiques permettant le diagnostic comme des soies, des pores sétigères, des microsculptures et des sutures comme il est indiqué dans le tableau 13. Dans le tableau 14, les caractéristiques sont énumérées pour différencier les fragments d'insectes des fragments de matières végétales.

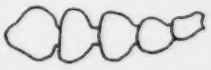
Il est souvent possible de dire quel groupe ou quelle espèce d'insecte est présent d'après la structure de certains des fragments. Kurtz et Harris (1962) ont décrit et photographié des fragments de bon nombre d'insectes qui infestent les aliments. Parmi les autres ouvrages permettant d'identifier les fragments d'insectes, mentionnons Daly et coll. (1958), Ensminger (1958), Harris (1960), Heuermann et Kurtz (1955), Jackson et coll. (1956), Kurtz (1956), McClymont Peace (1985), Sabatino (1954) ainsi que Thrasher et Kurtz (1957).

TABLEAU 13

IDENTIFICATION DES FRAGMENTS D'INSECTES
(tiré de Vasquez, dans Gorham, 1977b)

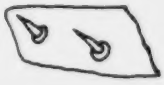
La cuticule des insectes présente certaines caractéristiques universelles. Une particule suspecte peut être identifiée comme provenant d'un anthropode si elle présente l'une des caractéristiques suivantes:

1. La forme facilement reconnaissable d'un appendice entier ou d'une portion d'appendice spécifique ou d'une partie du corps.



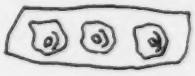
2. Une articulation.

3. Une ou plusieurs soies (setae) sortant d'un pore sétigère. Les soies ne doivent pas avoir une structure cellulaire.



4. Un ou plusieurs pores sétigères.

5. Des sculptures de surface caractéristiques d'un insecte spécifique ou d'une de ses parties. Ne vous laissez pas méprendre par les surfaces "sculptées" des graines.



6. Une ou plusieurs sutures.

Les caractéristiques suivantes peuvent <u>aider</u> à se former une opihion a propos de l'insecte dont provient la particule mais elles ne sont pas en elles-mêmes concluantes:

1. Flexibilité et rigidité;

2. Minceur;

3. Lustre;

4. Absence de cellules. Les dessins en surface peuvent ressembler à des cellules mais forment habituellement un dessin qui se répète. La structure cellulaire des matières végétales paraitra plus variée.

5. Les soies ne sont jamais séparées (divisées par des parois cellulaires) et ne semblent jamais être composées de plusieurs cellules. Les poils des plantes sont souvent multicellulaires.

TABLEAU 14

COMPARAISON ENTRE LES FRAGMENTS D'INSECTES ET LES FRAGMENTS DE PLANTES EXAMINÉS A 30 - 60 x
(Gecan et Brickey, 1967)

FRAGMENTS D'INSECTES		FRAGMENTS DE PLANTES
	TEXTURE	
1. Fragments habituellement spongieux.		1. Fragments habituellement épais et jamais spongieux.
2. Fragments habituellement flexibles mais difficiles à déchirer.		2. Fragments faciles à déchirer
	LUSTRE	
1. Fragments toujours lustrés.		1. Fragments jamais lustrés.
	CELLULES	
1. Vraies cellules invisibles.		1. Vraies cellules habituellement visibles.
2. Le motif de surface (sculpture) peut ressembler à des cellules, mais celles-ci sont disposées pour former un dessin géométrique d'unités identiques.		2. Les cellules sont habituellement disposées de façon irrégulière et elles sont différentes les unes des autres.
	SOIES-POILS	
1. Soies (setae) parfois présentes.		1. Poils parfois présents.
2. Soies jamais multicellulaires; attachées à une base annulaire.		2. Poils multicellulaires. Parfois unicellulaires et stellés provenant d'autres sources.
3. Soies habituellement attachées au fragment.		3. Poils rarement attachés au fragment.
	SCULPTURE	
1. Sculpture habituellement présente.		1. Sculpture jamais présente.
	SUTURES	
1. Sutures parfois présentes.		1. Sutures jamais présentes.

Les mandibules sont souvent utilisées pour les identifications spécifiques parce qu'elles sont dures, de couleur foncée et souvent récupérées intactes dans les aliments. Elles présentent un certain nombre de caractéristiques qui permettent le diagnostic. Par exemple, les mandibules gauches sont différentes des mandibules droites (illustration 18). Dans chaque espèce, les mandibules des adultes sont différentes de celles des larves et des pupes. Celles des nymphes sont similaires mais pas identiques à celles de l'adulte. Parfois les mandibules des mâles sont différentes de celles des femelles. Une clé basée sur la structure des mandibules et accompagnée de diagrammes pour l'identification des insectes est donnée dans McClymont Peace (1985).

Il faut souligner que lorsqu'un fragment de mandibule a été reconnu comme appartenant à une espèce donnée, il faut examiner d'autres parties de l'insecte ou des fragments pour s'assurer qu'ils appartiennent bien à la même espèce, parce que des insectes étroitement apparentés peuvent être semblables mais pas identiques. Le matériel devrait être vérifié avec la clé de Kurtz et Harris (1962) et avec du matériel de référence authentique provenant d'insectes vivant dans les produits entreposés, qui ont déjà été identifiés à partir du spécimen entier et par une autorité reconnue. Les insectes entiers peuvent être expédiés à Agriculture Canada ou aux gouvernements provinciaux pour obtenir une identification. Le matériel de référence est difficile à obtenir, mais certains organismes gouvernementaux en ont, par exemple Agriculture Canada, la FDA, ainsi que des universités et certaines agences d'extermination comme Abell Waco Ltd., à Toronto.

e) Excreta d'insectes

Partout où il y a des insectes on retrouve leurs excreta. Les excreta d'insectes contiennent de l'acide urique (qu'on retrouve également dans les excréments d'oiseaux) et de la chitine. L'acide urique peut être identifié par des essais spectrophotométriques (AOAC 44.189-193, Horwitz, 1984) ou par chromatographie en couche mince (AOAC 44.186-.188, Horwitz, 1984). La chitine peut être convertie en chitosane (à l'aide de KOH 23 M à 121°C.) qui se colore en violet par l'addition de IKI (Roelofsen et Hoette, 1951). Il faut que les contiennent une forte concentration de chitine pour qu'on puisse la déceler. Les fils laissés par les larves de lépidoptères, les araignées et certains acariens peuvent être détectés par des tests pour la soie, c'est-à-dire sa structure microscopique en conjonction avec une analyse chimique. La soie se dissout dans l'HCl à 10 % et dans le KOH à 5 % en 10 minutes à la température ambiante.

f) Acariens

Les acariens sont des arthropodes plus étroitement apparentés aux araignées et aux crabes qu'aux insectes. On les reconnait d'après leur corps petit (100-400 µm) et ovale, leur rostre pointu sans tête visible et quatre paires de pattes au stade adulte ou nymphal (illustrations 1 et 2, figure 15). Les larves d'acariens n'ont que trois paires de pattes. Les acariens sont difficiles à identifier jusqu'à l'espèce quand on ne connait pas très bien leurs structures. Toutes les identifications doivent se faire à un grossissement de 400x ou plus au microscope composé. La référence la plus utile pour l'identification est le volume de Hughes (1976). L'ouvrage de Boese (1977, 1978) contient une liste d'autres références utiles. Les

acariens peuvent être expédiés au Centre de recherches biosystématiques d'Agriculture Canada, à Ottawa, K1A 0C6, pour obtenir une identification.

g) Nématodes

On trouve souvent des nématodes dans les champignons et parfois dans d'autres végétaux. L'identification peut être vérifiée dans l'ouvrage de Gorham (1985) ou dans presque n'importe quel manuel de parasitologie. Les nématodes peuvent aussi être expédiés au Centre de recherches biosystématiques d'Agriculture Canada, à Ottawa, K1A 0C6, pour une identification spécifique.

h) Poils

On se servira d'un microscope composé pour l'identification des poils. Parmi les caractéristiques importantes à examiner mentionnons la taille et la forme des écailles externes, la grosseur, la forme, la couleur et la répartition des granules de pigmentation et la forme des structures médullaires. Les ouvrages de référence importants sont ceux de Vasquez (1961), Gorham (1985), Appleyard (1978), Heyn (1954) et Lewis (1978).

Pour vérifier si les poils sont d'origine animale, végétale ou synthétique, on peut faire des essais microchimiques en se servant des clés suivantes, si on a pu récupérer quelques poils. Comme il s'agit d'essais destructifs, il faut d'abord procéder à une analyse microscopique.

1a. soluble dans KOH à 5 % au point d'ébullition pendant 10 minutes (poils d'animaux et soie) 2

1b. insoluble dans KOH à 5 % au point d'ébullition pendant 10 minutes (cellulose et fibres synthétiques) 3

2a. soluble dans HCl à 10 % au point d'ébullition pendant 30 minutes ..... soie et poils de la plupart des animaux, excepté la laine

2b. insoluble dans HCl concentré ..... laine et fibres protéiniques régénérées

3a. insoluble dans l'hydroxyde cupro-ammoniacal* ..... fibres synthétiques

3b. soluble dans l'hydroxyde cupro-ammoniacal ..... fibres de cellulose

(Les fibres de coton se dissolvent mais la cuticule cireuse (soluble dans NaOH dilué) ne se dissout pas).

* Hydroxyde cupro-ammoniacal = cuoxam (0,5 g carbonate de calcium + 10 ml d'eau + 10 ml hydroxyde d'ammonium).

Voici une liste des structures microscopiques importantes qu'on peut observer couramment sur les poils qu'on retrouve dans les aliments:

Les cheveux humains (figure 16) ont de petites écailles (S), de fins granules de pigments (P) qui peuvent être incolores mais aussi bruns ou noirs, et un canal médullaire discontinu (M).

Les poils de mouton (laine) (figure 17) ont des écailles plus grossières (S) et de gros granules de pigments (P). Ils peuvent aussi avoir été teints.

Les poils de chèvre (figure 18) ont une large bande de cortex (C) et paraissent striés longitudinalement. Le canal médullaire (M) est large, continu et fait de chambres ayant la forme de lentilles.

Les poils de souris ont une apparence rayée ou striée à cause de la présence de poches de pigments dans le canal médullaire. Les poils de couverture des souris (figure 19) ont des rétrécissements (ST), des cellules d'air en forme de poutre en I (I), des alvéoles corticales (CP) et des cellules médullaires pigmentées (M) où les extrémités distales sont plus larges que les extrémités proximales. Les poils de bourre (figure 20) ont plus de trois rangées de cellules médullaires (M) et un cortex très transparent non pigmenté (C). Les souris ont aussi d'autres types de poils: "tylotrichs", "awls" et "auchenes", d'après Vasquez (1961). Ces derniers sont moins nombreux et composés de structures présentes autant dans les poils de couverture que dans les poils de bourre.

Les poils de rats sont semblables aux poils de souris mais beaucoup plus gros. Gorham (1985) et Vasquez (1961) décrivent les différences.

Les poils de couverture de lapin (figure 21) sont semblables à ceux des souris et des rats, mais ne présentent pas de rétrécissements. Ils peuvent toutefois être ondulés et quelque peu rétrécis. Les poils de bourre de lapin (figure 22) sont semblables aux poils de souris et de rats sauf que leur coupe transversale est en forme de croix, de H ou d'haltère plutôt que ronde ou ovale et le canal médullaire (M) a des intrusions de matières corticales dans ses côtés.

Les poils de couverture d'écureuil (figure 23) sont aussi ondulés mais n'ont pas de rétrécissements. Le cortex est souvent strié longitudinalement. Ils n'ont pas de cellules corticales en forme de cheville ni de cellules d'air en forme de I. Les cellules d'air (A) sont oblongues ou concavo-convexes. Les poils de bourre d'écureuil (figure 24) sont aussi semblables aux poils de souris et de rats sauf que leur cortex (C) peut paraitre strié longitudinalement et que les granules de pigment (P) sont de forme plus elliptique.

Les poils de chien (figure 25) sont souvent ondulés et ont un cortex épais (C) avec de petits granules de pigments ovales (P). Les poils de chien présentent beaucoup de variation et certains ont l'apparence des poils de vache.

Les poils de chat (figure 26) sont semblables à ceux des chiens et varient également. Certains ont des cellules médullaires en forme de plomb de carabine (M).

Les poils de chauve-souris (figure 27) sont très fins et n'ont pas de canal médullaire. Ils sont couverts d'écailles grossières et divergentes (S) qui ressemblent superficiellement à des barbules de plumes.

Les barbules de plumes (figure 28) sont ramifiées et ont des poches ou des vagues de pigments (P). Les barbules peuvent être élargies dans la zone pigmentaire ou elles peuvent être effilées.

Les poils d'épis de blé (figure 29) n'ont pas d'écailles et très peu de structure interne. Ils sont toujours effilés.

Les soies des insectes (setae) peuvent être simples, habituellement de couleur uniforme, ramifiées, plumeuses, spatulées ou très ornées comme chez certaines larves de dermestidés (figure 30).

Les fibres synthétiques comme le nylon (figure 31) sont très uniformes en largeur et en structure. Elles contiennent souvent des granules foncés de dioxyde de titanium (T) espacés irrégulièrement, qui sont utilisées pour délustrer les fibres. La plupart des fibres synthétiques comme le nylon polarisent la lumière, ce que les poils des animaux ne font pas.

Les filaments de moisissure (figure 32) peuvent avoir la même apparence. Mais en général, ils ne polarisent pas la lumière aussi bien que les fibres synthétiques. Ils ont des parois parallèles (PW), des ramifications (B), des bouts arrondis (R) et quelquefois des granulations (G) et des septa (SP).

Les tissus de xylem (faisceaux fibrovasculaires, figure 33) sont composés de fibres transparentes, à parois parallèles et formant des spirales serrées.

i) Excreta et excréments d'animaux

L'urine des mammifères peut être détectée par la lumière ultraviolette, l'uréase, le xanthydrol, l'acétate d'uranyl et de magnésium et le bleu de bromothymol ou par chromatographie en couche mince (AOAC 44.163-.180; Horwitz, 1984). Les excréments de mammifères peuvent être identifiés par réaction avec la phosphatase alkaline (AOAC 44.181-.184; Horwitz, 1984). Les excréments de rat, de souris, de chat et de chien peuvent être partiellement identifiés d'après leur grosseur et leur forme et le type prédominant de poils qu'ils contiennent parce que ces animaux ont l'habitude de se lécher et d'avaler leurs poils.

j) Cristaux et éléments d'impureté lourdes

Les cristaux peuvent être identifiés d'après leur solubilité, leur indice de réfraction et leur point de fusion, etc. Pour évaluer la solubilité d'un cristal, on le place sur une lame de verre, qu'on recouvre d'une lamelle, puis on applique une goutte de solvant sur l'un des côtés de la lamelle. Un deuxième solvant peut être appliqué au bord de la lamelle pendant qu'on retire le premier à l'aide d'un morceau de papier-filtre de l'autre côté. La gamme des solvants utilisés devrait comprendre l'eau, des acides et des bases dilués et des solvants organiques de polarité décroissante. Observez le cristal pour voir s'il est soluble, s'il est effervescent et s'il change de couleur.

Les épreuves pour déterminer le point d'inflammation faites sur un morceau de platine vont indiquer si une particule est de nature organique ou inorganique ou à la fois organique et inorganique. D'ordinaire, la particule est contaminée. Si la particule est pure, le point de fusion et la couleur de

la flamme sont des caractéristiques importantes et peuvent déterminer la suite des épreuves à effectuer. On trouvera des indications utiles pour l'identification des cristaux dans Chamot et Mason (1958), Hartshorne et Stuart (1952), McCrone et Delly (1973), Lewis (1978), Wallis (1965) et Rutherford (1974).

Le verre et le quartz transparent ou d'autres cristaux ont une apparence similaire lorsqu'ils sont observés à la loupe. On peut différencier le verre par sa capacité de ne pas polariser la lumière, son indice de réfraction, sa densité et son point de fusion. Par ailleurs, le quartz polarise la lumière et a des valeurs différentes pour les autres caractéristiques. La plupart des particules de verre, de sable et de terre contiennent de grandes quantités de silicium soluble dans HF. Le calcaire, la craie et le carbone sont solubles dans du HCl concentré.

Les particules de métal sont foncées ou brillantes et dures. Celles qui se sont détachées d'un instrument sont souvent pointues et spiralées. Les fragments de lames de scie, de couteaux, de mélangeurs, etc. montrent généralement des signes de fabrication et un bord fracturé. Le fil de fer est uniforme et cylindrique. Les plombages dentaires de couleur argent contiennent du mercure qui peut s'échapper de la particule si on la chauffe. Les métaux ferreux, en présence d'HCl, libèrent de l'hydrogène et une solution jaune qui vire au rouge lors de l'addition de thiocyanate. La spectrophotométrie d'absorption atomique et les analyses radiologiques par dispersion d'énergie peuvent également être utilisées pour l'identification des particules. Le manuel de Lockwood (1934) peut être utile pour l'identification des particules de métal.

k) Contaminants divers

Les écailles de peinture peuvent être identifiées par leur couleur, leur structure multicouche, leur odeur caractéristique lorsqu'on les fait brûler et leur composition (fer, plomb, zinc, silicium et titanium) par analyse radiologique de dispersion d'énergie.

Les pellicules simples et complexes des emballages transparents peuvent être identifiés par diverses épreuves en utilisant la chaleur, des solvants et des colorants comme l'indique Smith (1966). Les épreuves pour d'autres matières plastiques et le caoutchouc sont décrits par Saunders (1973). La feuille d'aluminium se dissout dans le NaOH en libérant de l'hydrogène. Smith (1983) décrit un test instantané pour les ongles. Un fragment est traité avec de l'acide nitrique concentré, lavé à l'eau, puis traité avec de l'hydroxyde d'ammonium. La particule d'ongle prend une couleur orangée.

Les graisses et les huiles apparaissent fluorescentes sous la lumière UV et se dissolvent dans l'hexane. Elles contiennent habituellement des additifs comme du graphite, du sulfite de molybdène ou du fer qui peuvent également être identifiés.

Les carapaces de crabe ou de homard peuvent être colorées avec du rouge alizarin après avoir été digérées de la façon décrite dans la méthode AOAC 44.079 (Horwitz, 1984).

8. BONNES PRATIQUES DE LABORATOIRE

Il est extrêmement important qu'un analyste puisse suivre avec précision les méthodes à utiliser. Pour pouvoir le faire, il faut posséder une bonne connaissance des méthodes, de l'équipement et des mesures de sécurité qui entrent en jeu. Le laboratoire devrait être doté de tous les appareils nécessaires lesquels doivent être conservés en bon état. Il faut prendre toutes les précautions nécessaires pour empêcher la saleté et d'autres matières étrangères de pénétrer dans le laboratoire afin d'éviter une contamination supplémentaire des échantillons. L'analyste devrait être capable de se tenir continuellement au courant des nouvelles méthodes et être engagé dans un programme pour garantir un bon rendement.

Mesures de sécurité

Les méthodes d'analyse des matières étrangères supposent l'utilisation d'une vaste gamme de solvants toxiques et inflammables, d'acides et de bases. La loi exige que l'analyste connaisse et suive les mesures de sécurité nécessaires pour manipuler ces produits chimiques et en disposer. Il est essentiel d'utiliser une hotte pour la plupart des techniques d'extraction des matières étrangères. La plupart des sociétés de produits chimiques de même que l'industrie et le gouvernement peuvent fournir de l'information à propos des mesures de sécurité à prendre.

Appareils

Les balances, les fours, les pH mètres, les réfractomètres et les thermomètres etc. doivent être en bon état de marche et étalonnés au moins deux fois par année. Les hottes doivent être en bon état et devraient être vérifiées au moins tous les ans. D'ordinaire ce sont des spécialistes qui vérifient le fonctionnement des hottes mais, à défaut de spécialistes, il est possible d'acheter des bombes fumigènes qu'on allume pour retracer le chemin parcouru par la fumée. Les microscopes, et particulièrement les lentilles, doivent être propres et devraient être de bonne qualité parce que l'analyste travaille souvent à la limite supérieure de leur pouvoir de résolution.

Réduction de la contamination

Il est important d'empêcher les particules de contaminants de pénétrer dans le laboratoire dans la mesure du possible, pour éviter que les échantillons ne soient contaminés davantage durant l'analyse. Le laboratoire doit être nettoyé au moins une fois par semaine. La verrerie et les autres ustensiles de laboratoire doivent être rincés à l'eau claire immédiatement avant usage pour enlever toute matière transportée par l'air qui aurait pu se déposer durant l'entreposage. Les tamis doivent être lavés à l'envers et à l'endroit avant usage pour la même raison. Il faut vérifier régulièrement l'alimentation en eau pour voir si elle est contaminée par des particules de même que tous les réactifs utilisés. Parfois, durant de fortes pluies, des particules de terre en suspension ou des insectes (aquatiques) peuvent pénétrer dans les réservoirs d'eau et être extraits avec les matières étrangères. Il est donc conseillé d'utiliser de l'eau filtrée ou distillée régulièrement. L'entrée d'air du laboratoire doit être propre et les fenêtres doivent être munies de grilles de même que le tuyau d'échappement des hottes.

Les échantillons doivent être scellés dans des contenants à l'épreuve des insectes comme des sacs doubles de plastique épais pour prévenir une contamination additionnelle durant l'entreposage, le transport ou l'analyse. Si l'on soupçonne une infestation vivante, les échantillons devraient être conservés au réfrigérateur ou congelés jusqu'au moment de l'analyse pour ralentir l'activité des insectes ou des acariens. Lorsqu'on travail avec des échantillons infestés, il faut les placer sur un plateau ou dans un plat, lui-même déposé dans un récipient plus large contenant du glycérol ou de l'huile pour retenir les insectes et les acariens. Ces derniers peuvent nager dans l'huile mais leurs mouvements sont ralentis. Les échantillons moisis doivent être manipulés sous une hotte aspirante ou une hotte à régime de circulation laminaire. Quant on a travaillé avec du matériel contaminé, l'aire de travail doit être convenablement nettoyée et désinfectée. Les échantillons contaminés devraient être passés à l'autoclave et éliminés comme il se doit.

Matériel de référence

Pour pouvoir bien identifier les matières étrangères, il est indispensable d'avoir une bonne collection de matériel de référence. La plus grande partie de ce matériel peut être recueillie assez facilement. Par exemple, on peut ramasser des insectes dans les entrepôts pendant les visites avec un inspecteur ou à l'extérieur, dans le cas d'insectes des champs. Les acariens peuvent être ramassés dans des échantillons infestés, dans des serres, dans la poussière de maison et, à l'extérieur, sur les plantes ou dans le sol. On peut recueillir ses propres cheveux, et des poils provenant d'animaux favoris ou de peaux dans des musées ou des universités. Il est important de monter un morceau de chaque type de matière étrangère sur une lame de verre pour pouvoir l'étudier et comparer sa structure microscopique à celle des éléments inconnus. Les insectes entiers peuvent êtres disséqués et on peut monter leurs parties sur des lames de verre pour les étudier. Il est important de préparer des lames microscopiques de particules alimentaires pour se familiariser avec leur structure microscopique. Il est enfin essentiel de posséder une bonne collection de manuels, d'ouvrages de référence et de revues. Les références bibliographiques marquées d'un astérisque pourraient constituer une collection de base.

Formation

Il existe très peu de cours dans le domaine des matières étrangères. On peut recommander les ateliers organisés par la FDA, l'Université du Manitoba (Dept. of Food Science, Winnipeg, Manitoba), les cours de l'AACC (3340 Pilot Knob Rd., St. Paul, MN, USA) et les programmes de la Kurtz Assoc. (P.O. Box 2725, Port Charlotte, FL, USA). Il est à conseiller de participer à différents programmes d'échantillons témoins comme ceux qui sont offerts par l'AACC et la Kurtz Assoc. D'ordinaire, ils fournissent à l'analyste une série de plaques de saletés légères naturellement contaminées avec des fragments d'insectes et des poils. L'analyste doit transférer les contaminants sur un papier grillagé et identifier les fragments au meilleur de ses capacités. Les plaques sont ensuite envoyées à un analyste compétent qui les vérifie, répond à toutes les questions, note les faux positifs et transfère tout fragment d'insecte ou tout poil qui a échappé à l'analyste. Ces échantillons de contrôle sont préparés individuellement pour divers niveaux d'expertise.

Chaque fois qu'une nouvelle méthode est utilisée, il est recommandé d'analyser un échantillon qui a été artificiellement dopé avec des fragments d'insectes marqués, des acariens et des poils ou de la saleté lourde pour mesurer le taux de récupération. Avec la plupart des types de matières étrangères, le taux de récupération devrait se situer entre 90 et 100 %.

Ordinateurs

On se sert souvent d'ordinateurs pour emmagasiner et récupérer des données sur les matières étrangères. Des programmes sont en cours d'élaboration, particulièrement dans le domaine de l'entomologie; il s'agit de systèmes spécialisés pour résoudre des problèmes et prendre des décisions (Coulson et Saunders, 1987). Il serait peut-être possible de développer des systèmes similaires pour concevoir des tests de diagnostic pour les matières étrangères et pour l'évaluation des données.

9. BIBLIOGRAPHIE

AACC. 1983. Approved Methods, 8th ed., American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN. 2 Volumes.

Aitken, A. 1975. Insect Travellers, Vol. 1, Coleoptera. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Tech. Bull. 31, Her Majesty's Stationery Office, London, England. 191 pp.

Agriculture Canada, Research Branch. 1981. Manual of Nearctic Diptera, Vol. 1, Biosystematics Research Centre, Ottawa, Ontario, 674 pp.

Agriculture Canada, Research Branch. 1987. Manual of Nearctic Diptera, Vol. II, Biosystematics Research Centre, Ottawa, Ontario, 658 pp.

ASTA. 1976. Cleanliness Specifications for Unprocessed Spices, Seeds and Herbs. American Spice Trade Association, Englewood Cliffs, N.J.

Appleyard, H.M. 1978. Guide to the Identification of Animal Fibres, 2nd ed., Wira, Leeds, England. 124 pp.

Bauer, F.J. 1985. Insect Management for Food Storage and Processing. American Association of Cereal Chemists, St. Paul MN. 384 pp.

Boese, J. 1977. Mites associated with stored products; selected references published from 1960 through 1975. FDA By-Lines 7:229-261.

Boese, J. 1978. Mites associated with stored products: supplement to the list of selected references. FDA By-Lines 8:25-30.

*Borror, D.J., DeLong, D.M., Triplehorn, C.A. 1981. An Introduction to the Study of Insects. 5th ed. Saunders College Publ. NY. 827 pp.

Brown, R.Z. 1968. Biological Factors in Domestic Rodent Control. Communicable Disease Centre, Atlanta Georgia, 32 pp.

Center for Food Safety and Applied Nutrition. 1984. Macroanalytical Procedures Manual. FDA Tech. Bull. No. 5., AOAC., Arlington, VI.

Chamot, E.M., Mason, C.W. 1958. Handbook of Chemical Microscopy. Vol. 1, John Wiley & Sons, NY. 502 pp.

Coulson, R.N., Saunders, M.C. 1987. Computer-assisted decision-making as applied to entomology. Ann. Rev. Entomol. 32:415-437.

Cousin, M.A. Zeidler, C.S., Nelson, P.E. 1984. Chemical detection of mold in processed food. J. Food Science 49:439-445.

Daly, A.W., Bloomquist, V.H., Hodges, F.A. 1958. Identification of miscellaneous insects by the micromorphology of the exoskeleton. JAOAC 41:206-220.

Davies, A.M.C., Dennis, C., Grant A., 1987. Screening of tomato purée for excessive mould content by near infrared spectroscopy: a preliminary evaluation. J Sci. Food Agric. 38:349-355.

Ebeling, W. 1975. Urban Entomology. University of California, Division of Agricultural Sciences, Los Angeles, CA. 695 pp.

Ensminger, L.G. 1958. Identification of stored products insects by the micromorphology of the exoskeleton. VIII. Moth larvae. JAOAC 41:704-738.

*Freeman, P. 1980. Common Insect Pests of Stored Food Products, A Guide to their identification. British Museum of Natural History, London, England. 69 pp.

*Gecan, J.S., Brickey, Jr., P.M. 1967. Cocoa Bean Histology and Comparative Micromorphology of Internal Bean Infesting Insects. FDA, Washington, D.C. 31 pp.

Gorham, J.R. 1975. Filth in Foods: Implications for health. J. Milk Food Technol. 38:409-418.

Gorham, J.R. 1977a. Arthropod pests of the food industry: a list and bibliography of identification aids (revised). National Pest Control Association. 12/77:1-22.

Gorham, J.R. 1977b. Training Manual for Analytical Entomology in the Food Industry. FDA Tech. Bull. No. 2. FDA. Washington, DC. 174 pp.

*Gorham, J.R. 1985. Principles of Food Analysis for Filth, Decomposition, and Foreign Matter. FDA Tech. Bull. No. 1., 2nd ed., FDA Washington, DC. 286 pp.

Hanson, N.W. 1973. Official, Standardised and Recommended Methods of Analysis. The Society for Analytical Chemists, London, England. 473 pp.

Harris, K.L. 1960. Identification of stored product insects by the micromorphology of the exoskeleton. X. Common fragments of mill and grain moths. JAOAC 43:444-458.

Hartshorne, N.H., Stuart, A. 1952. Crystals and the Polarizing Microscope. 2nd ed., Edward Arnold & Co., London, England. 473 pp.

*Santé et Bien-être social Canada. 1989. Compendium de méthodes pour l'analyse microbiologique et la détection de matières étrangères dans les aliments, Vol. 4., Méthodes d'analyse concernant les matières étrangères dans les aliments, Publication polyscience Inc., Montréal, Québec.

Direction générale de la protection de la santé. 1983. Code d'usages, principes généraux d'hygiène alimentaire devant servir à l'industrie alimentaire canadienne. Santé et Bien-être social Canada. 46 pp.

Heuermann, R.F., Kurtz, O.L. 1955. Identification of stored products insects by the micromorphology of the exoskeleton. I. Elytral patterns. JAOAC. 38:766-780.

*Heyn, A.N.J. 1954. Fibre Microscopy. Interscience Publ., NY. 407 pp.

Hinton H.E. 1945. A Monograph of the Beetles associated with Stored Products. Vol. 1., British Museum (Natural History), London, England., 443 pp.

*Horwitz, W. 1984. Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists. Chapter 44. Extraneous Materials: Isolation. 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.

*Hughes, A.M. 1976. The Mites of Stored Foods and Houses. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Tech. Bull. No. 9. Her Majesty's Stationery Office, London, England. 400 pp.

ICMSF. 1986. Microorganisms in Foods. 2. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Specific Applications. 2nd ed., University of Toronto Press, Toronto, Ontario. 293 pp.

Jackson, M.M., Ratay, A.F., Woznicki, E.J. 1956. Identification of stored product insects by the micromorphology of the exoskeleton II. Adult antennal characters. JAOAC 39:879-888.

Kurtz O.L. 1956. Identification of stored product insects by the micromorphology of the exoskeleton. III. Identification of larval fragments and their significance in sanitation analysis. JAOAC 38:990-1014.

*Kurtz, O.L., Harris, K.L. 1962. Micro-analytical Entomology for Food Sanitation Control. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA. 576 pp.

Lewis, D.F. 1978. Manual of Microscopical Methods. Leatherhead Food Research Association. Leatherhead, England.

Lin, H.H., Cousin, M.A. 1985. Detection of mold in processed foods by high performance liquid chromatography. J. Food Prot. 48:671-678.

Lin, H.H., Lister, R.M., Cousin, M.A. 1986. Enzyme-linked immunosorbent assay for detection of mold in tomato purée. J. Food Sc. 51:180-183.

Lockwook, H.C. 1934. The detection and identification of metallic particles in manufactured products. Analyst, London, 59:812-815.

*McClymont Peace, D. 1985. Key for identification of Mandibles of Stored-Food Insects. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA.

McClymont Peace, D., Harwig, J. 1982. Screening for ergot particles by light microscopy. Can. Inst. Food Sci. Technol. J. 15:147-149.

McCrone, W.C., Delly, J.G. 1973. The Particle Atlas. Vol. 2. Light Microscopy Atlas. Ann Arbour Science. Ann Arbor, Ml.

Metcalf, C.L, Flint, W.P., Metcalf, R.L. 1962. Destructive and Useful Insects. McGraw-Hill Book Co., NY. 1087 pp.

Peterson, A. 1960. Larvae of insects. Part II. Coleoptera, Diptera, Neuroptera, Siphonaptera, Mecoptera, Trichoptera. Edwards Bros. Inc., Ann Arbor, Ml. 416 pp.

Peterson, A. 1962. Larvae of insects. Part I. Lepidoptera and Hymenoptera. Edwards Bros. Inc., Ann Arbor, Ml. 315 pp.

Roelofsen, P.A., Hoette, I. 1951. Chitin in the cell wall of yeasts. Antonie van Leeuwenhoek 17:297-313.

Rutherford, G.K. 1974. Soil Microscopy: the Proceedings of the 4th International Working - Meeting in Soil Micromorphology held at Department of Geography, Queens's University, Kingston. Ont., 27-31 August 1973.

Sabatino, F.J. 1954. Identification of insect setae as an index of contamination in dairy products. JAOAC 37:960-966.

Saunders, K.J. 1973. Organic Polymer Chemistry: An Introduction to the Organic Chemistry of Adhesives, Fibres, Paints, Plastics and Rubbers. Chapman and Hall. New York, NY. 473 pp.

Scott, H.G. 1966. Bats, Public Health Importance and Control. Communicable Disease Centre. Atlanta, Georgia. 6 pp.

Sinha, R.H. 1961. Insects and mites associated with hot spots in farm stored grain. Can. Entomol. 93:609-621.

Smith, G. 1966. A scheme for the identification of transparent wrapping films and laminates. British Food Manufacturing Industrial Research Association. Tech. Circular No. 335, Leatherhead, England.

*Smith, P.R. 1983. Scheme for the examination of foreign material contaminants in foods. Leatherhead Food Research Association, Leatherhead, England. 33 pp.

TerBush, L.E. 1972. The medical significance of mites of stored food. FDA By-Lines 31:57-70.

Thind, B.B., Griffiths, D.A. 1979. Flotation technique for quantitative determination of mite populations in powdered and compacted foodstuffs. JAOAC 62:278-282.

Thrasher, J.J., Kurtz, O.L. 1957. Identification of stored product insects by the micromorphology of the exoskeleton IV. Adult legs. JAOAC 40:973-991.

Vasquez, A.W. 1961. Structure and identification of common food-contaminating hairs. JAOAC 44:754-779.

Wallis, T.E. 1965. Analytical Microscopy, its Aims and Methods in Relation to Foods, Water, Spices and Drugs. 3rd. ed. J. and A. Churchill, Ltd., London. 226 pp.

Wallis, T.E. 1976. Cockroaches. Food Purity Perspectives 4(9):Feb.

Wilson, M.C., Broersma, D.B., Provonsha, A.V. 1984. Fundamentals of Applied Entomology. 2nd ed., Practical Insect Pest Management Series. Waveland Press, Prospect Heights, II. 216 pp.

*Ouvrages de référence hautement recommandés

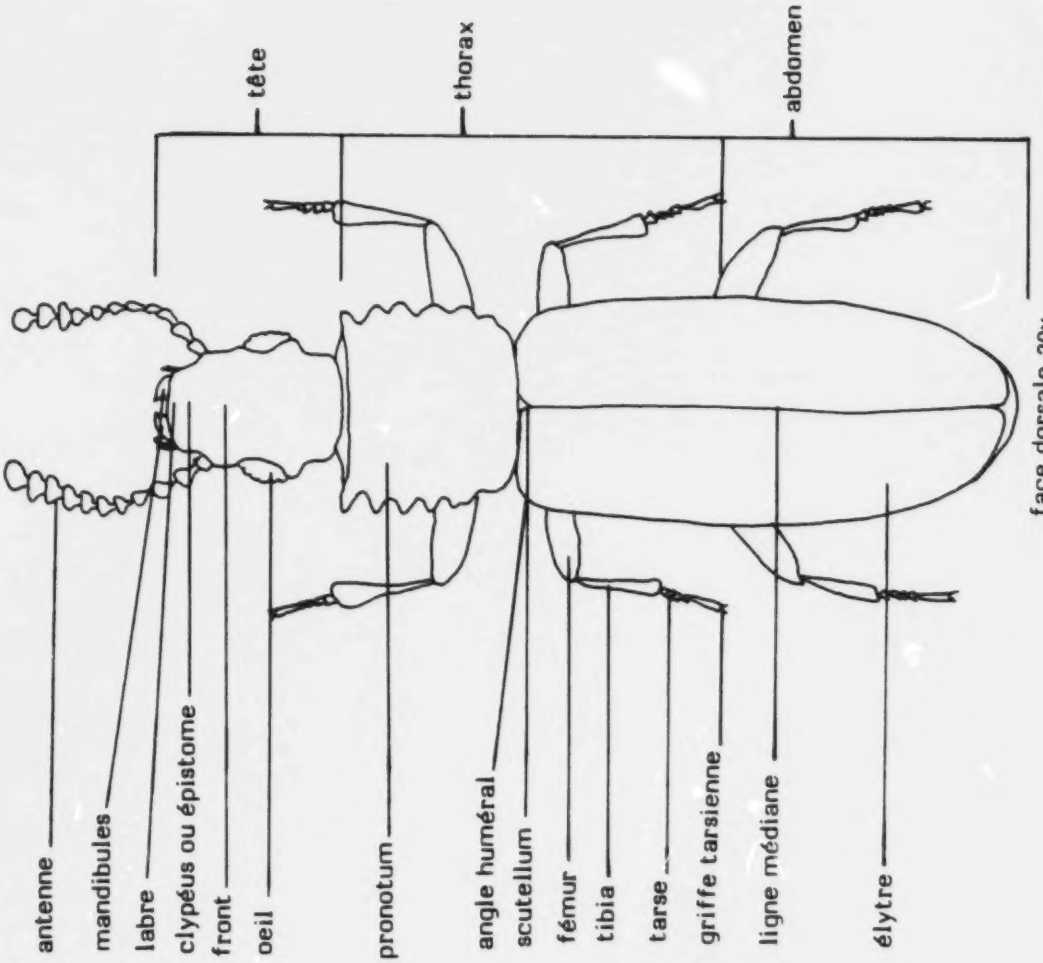


Fig. 1 Morphologie d'un insecte adulte (coléoptère) (Oryzaephilus mercator)

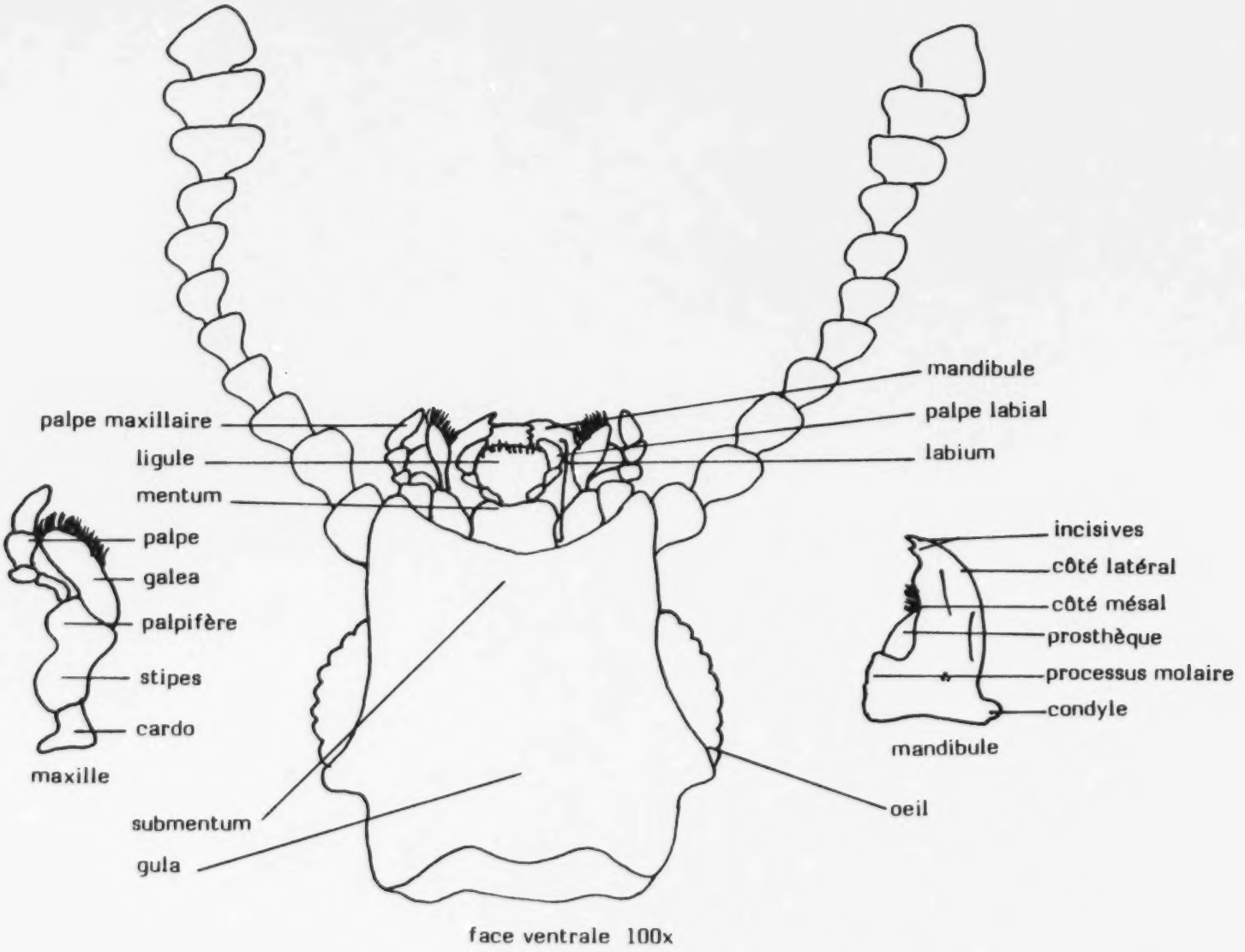


Fig. 2 Morphologie de la tête d'un insecte adulte (coléoptère)

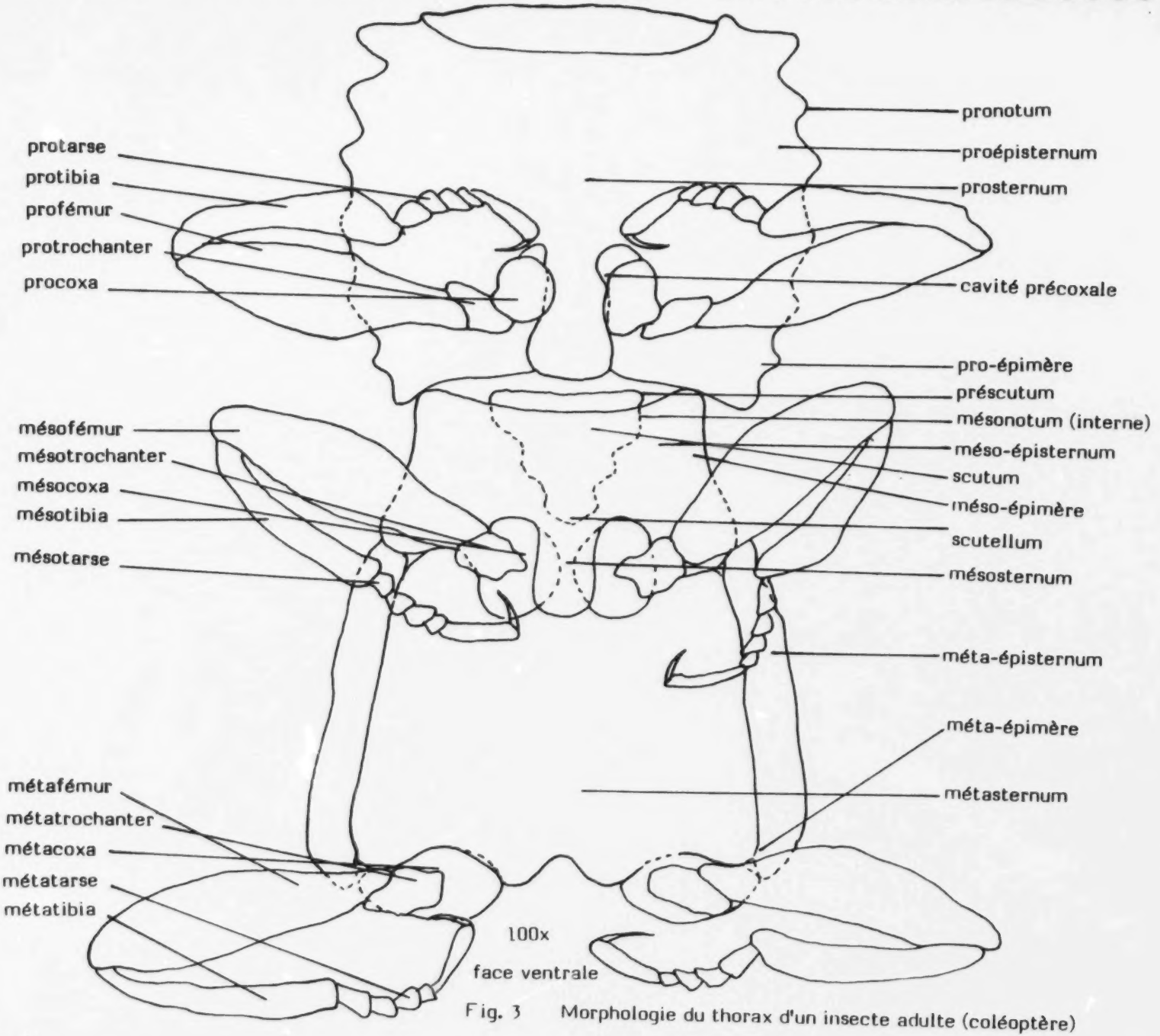
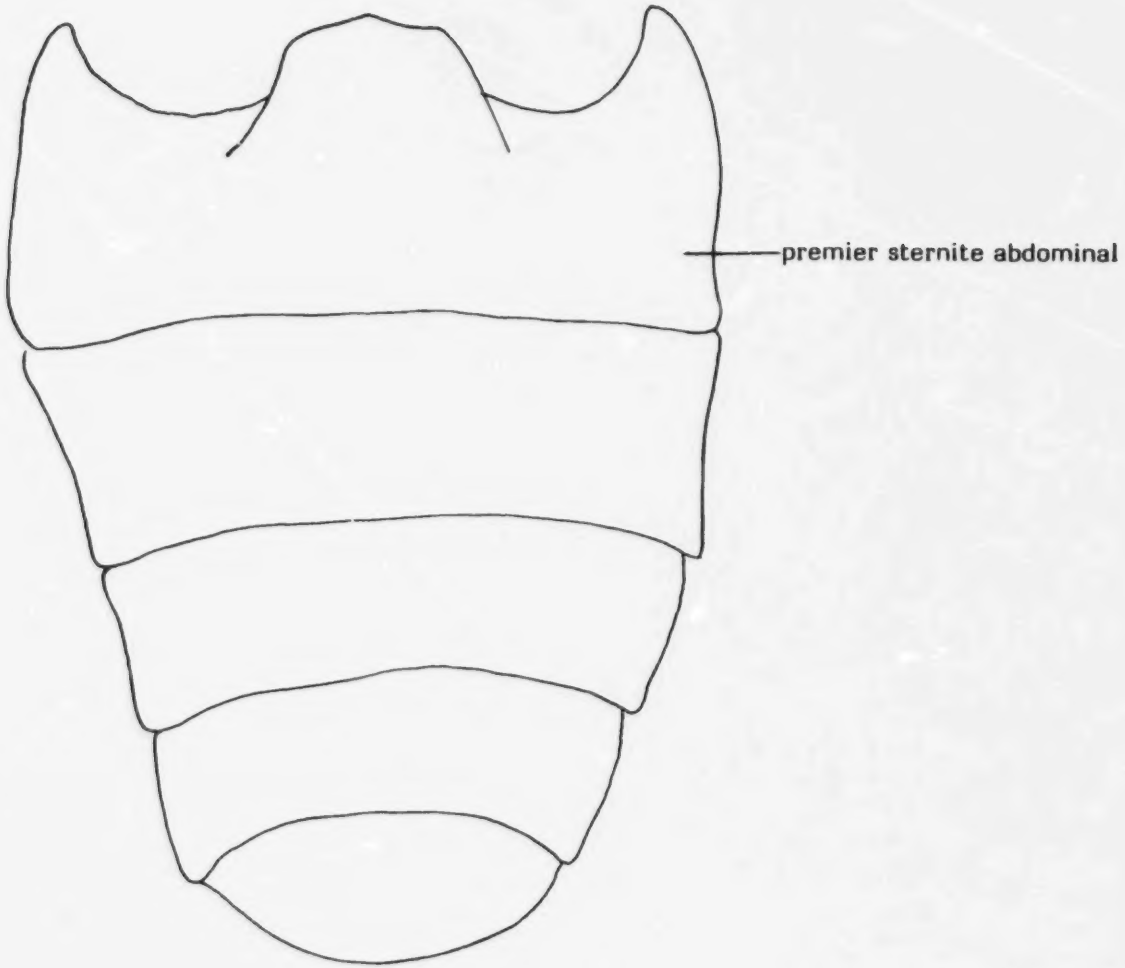


Fig. 3 Morphologie du thorax d'un insecte adulte (coléoptère)



face ventrale 100x

Fig. 4 Morphologie de l'abdomen d'un insecte adulte (coléoptère)

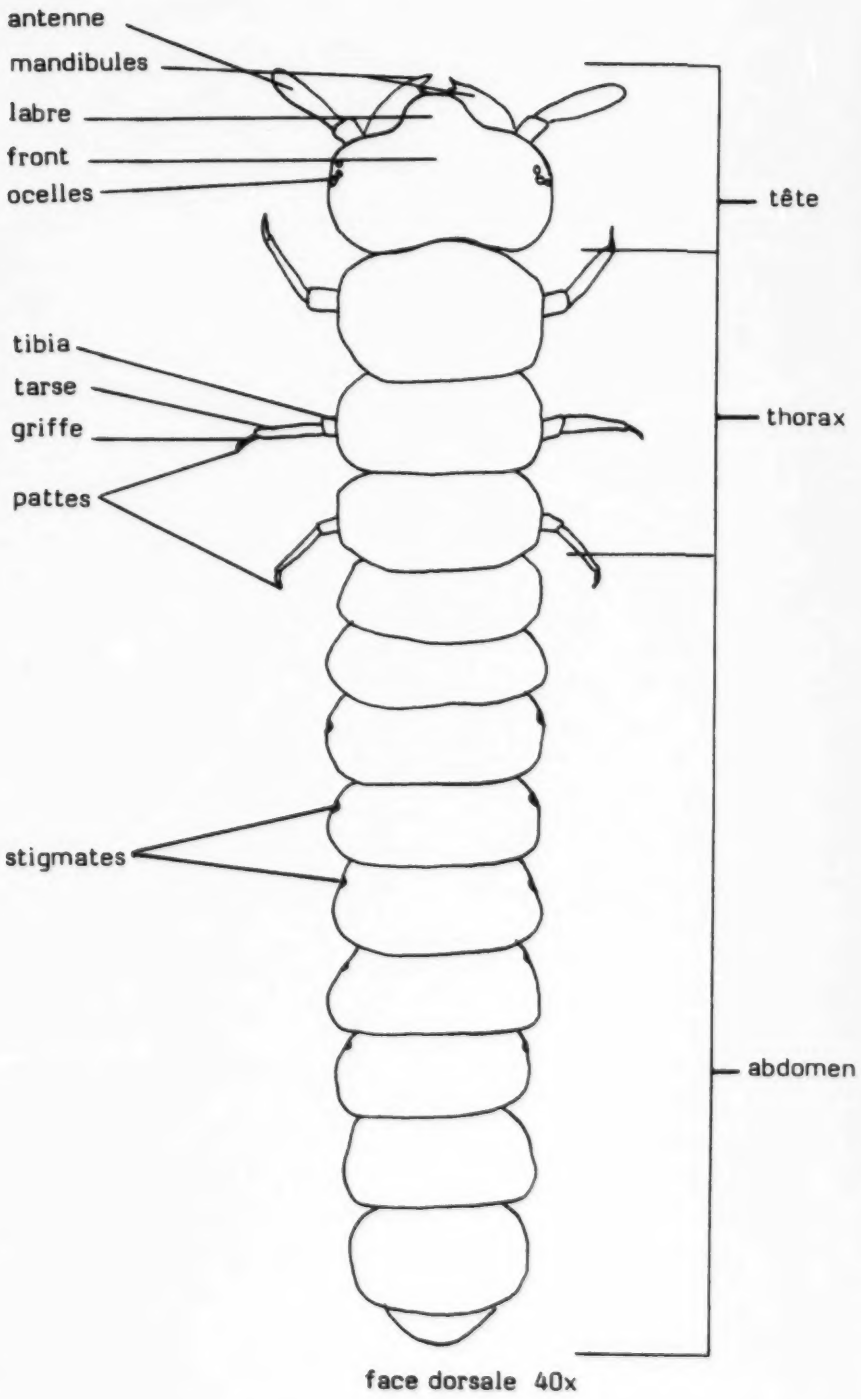
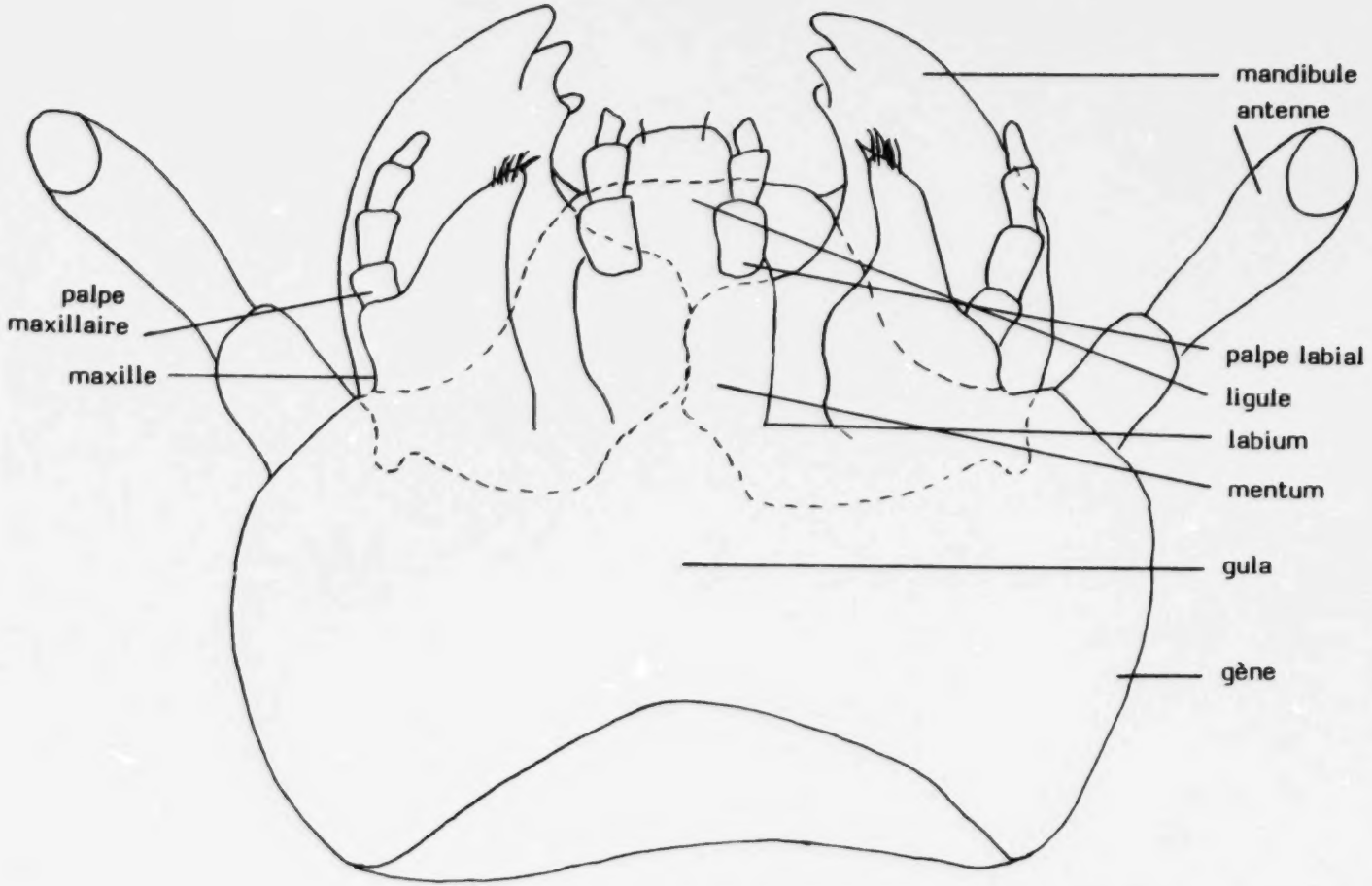
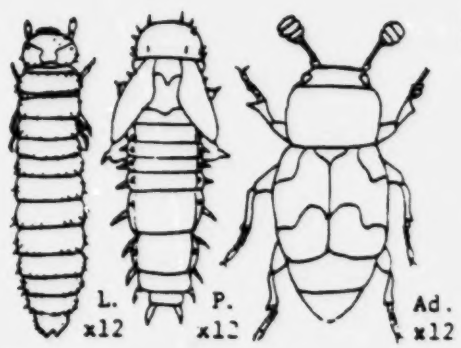


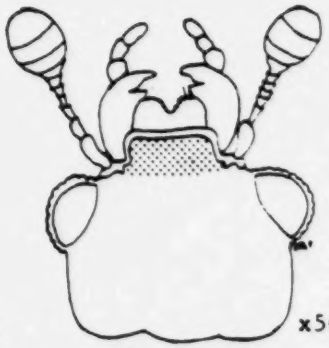
Fig. 5 Morphologie d'une larve de coléoptère



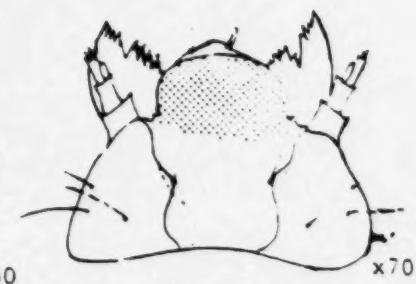
face ventrale 160x

Fig. 6 Morphologie de la tête d'une larve de coléoptère



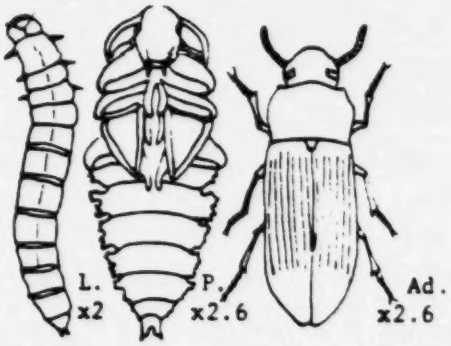


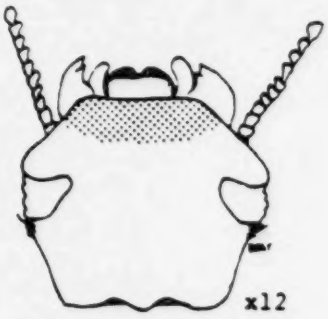
tête d'adulte



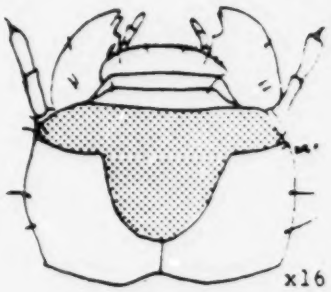
tête de larve

Figure 7 Carpophilus hemipterus



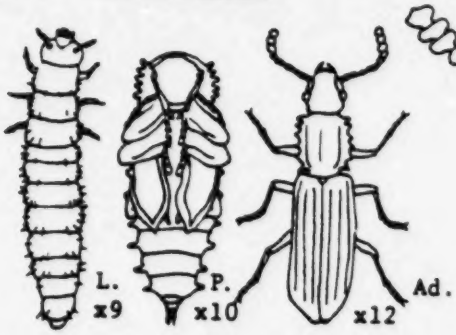


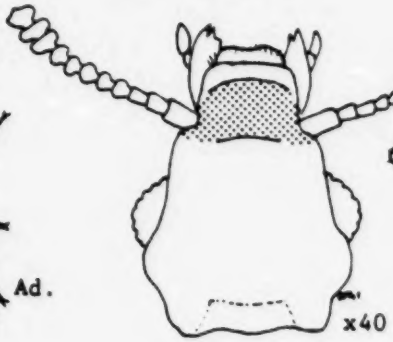
tête d'adulte



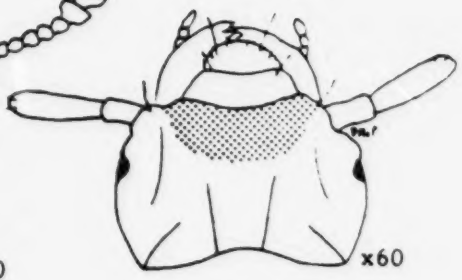
tête de larve

Figure 8 Tenebrio molitor



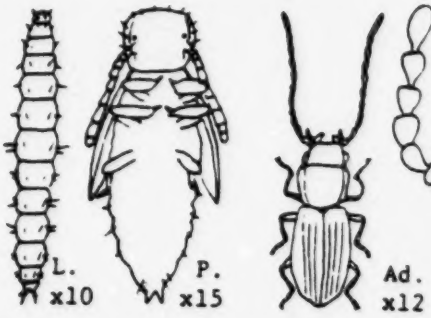


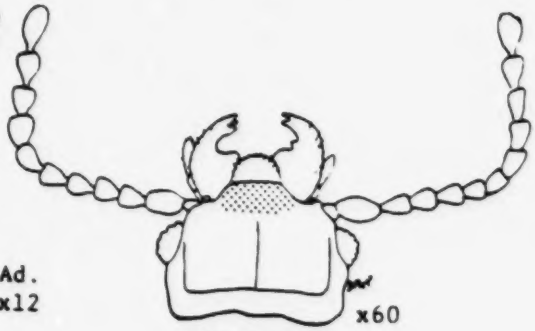
tête d'adulte



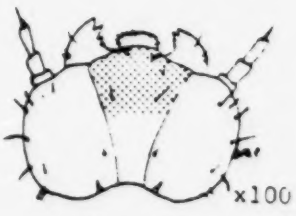
tête de larve

Figure 9 Oryzaephilus mercator





tête d'adulte



tête de larve

Figure 10 Cryptolestes pusillus

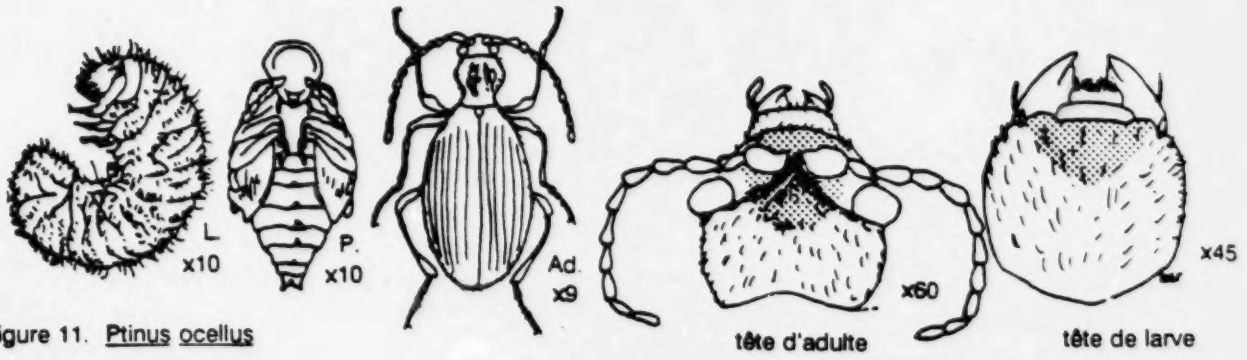


Figure 11. Ptinus ocellus

Figure 12 Plodia interpunctella

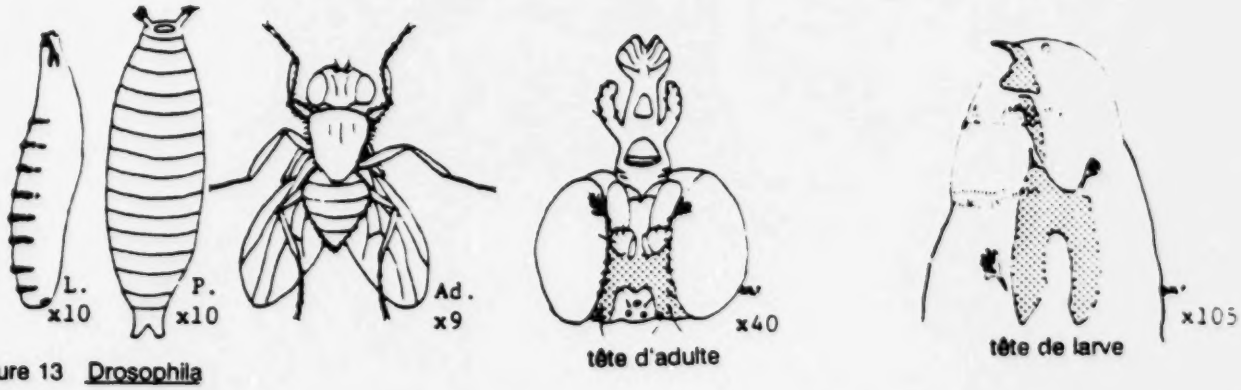


Figure 13 Drosophila

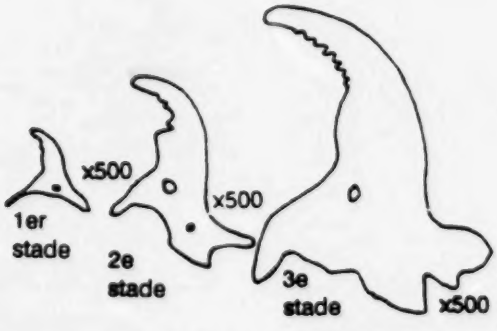


Figure 14 Drosophila - crochets buccaux antérieurs

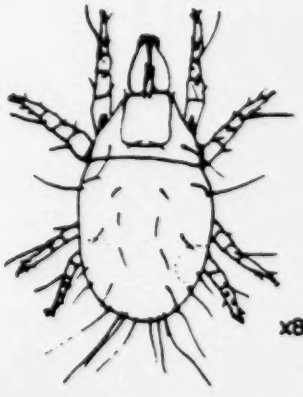


Figure 15. mite, Aleuroglyphus ovatus

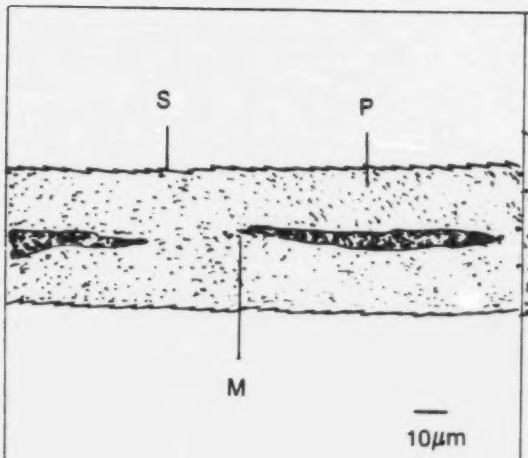


Figure 16 cheveux humains

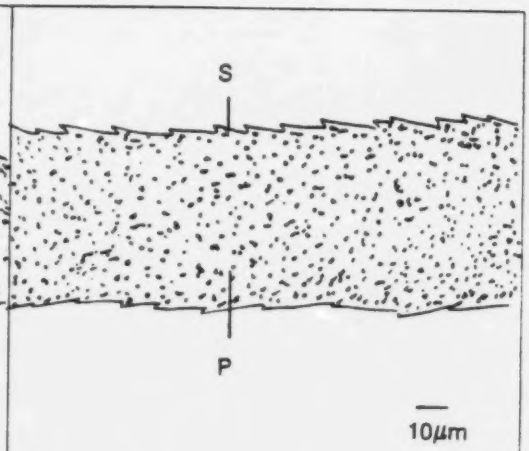


Figure 17 poil de mouton

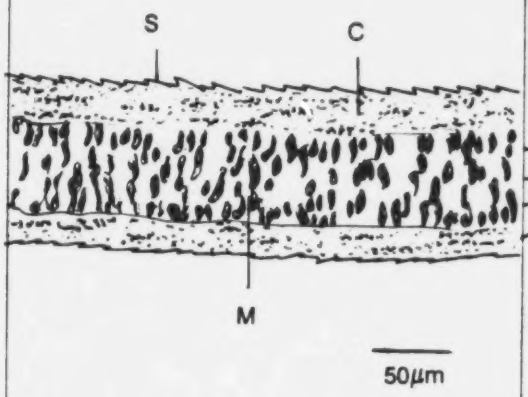


Figure 18 poil de chèvre

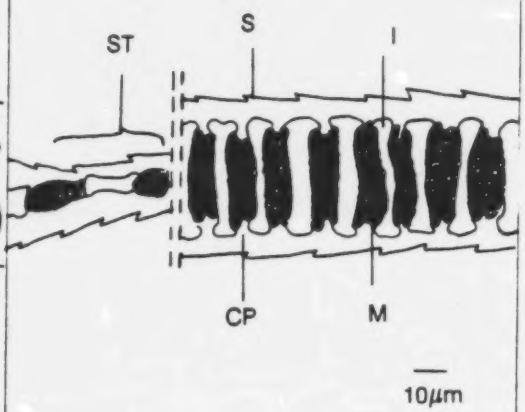


Figure 19 poil de couverture de souris

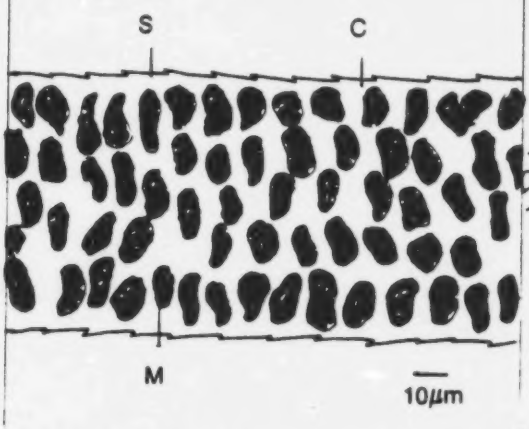


Figure 20 poil de bourre de souris

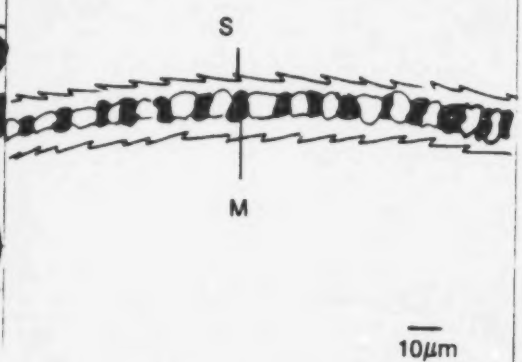


Figure 21 poil de couverture de lapin

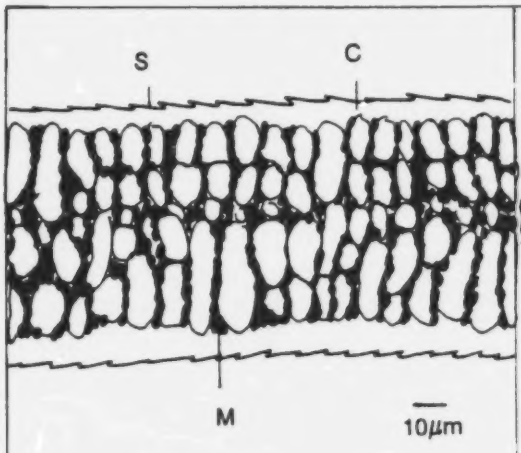


Figure 22 poil de bourre de lapin

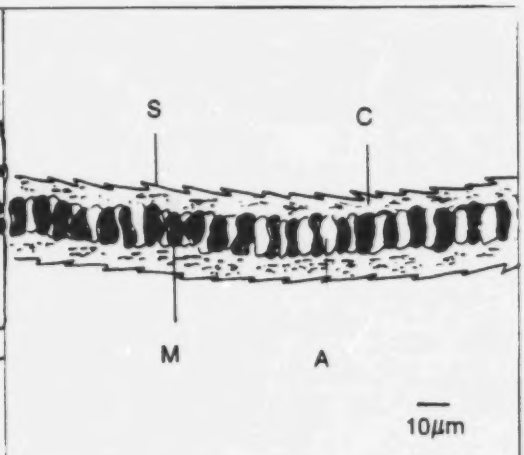


Figure 23 poil de couverture d'écureuil

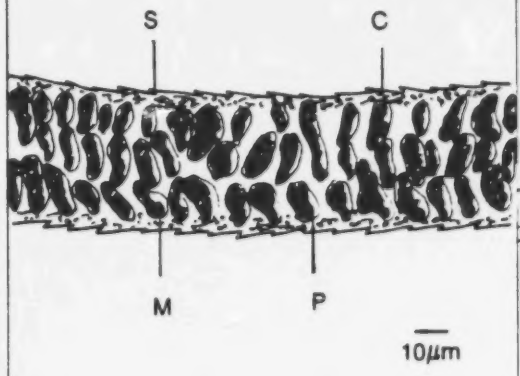


Figure 24 poil de bourre d'écureuil

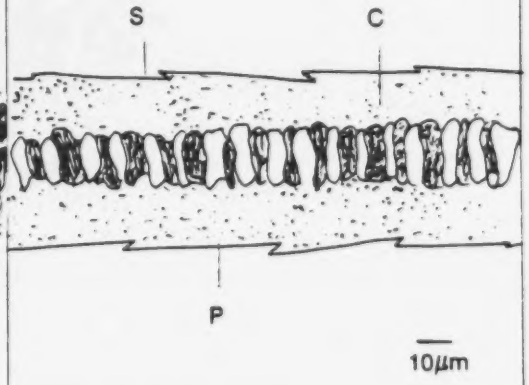


Figure 25 poil de chien

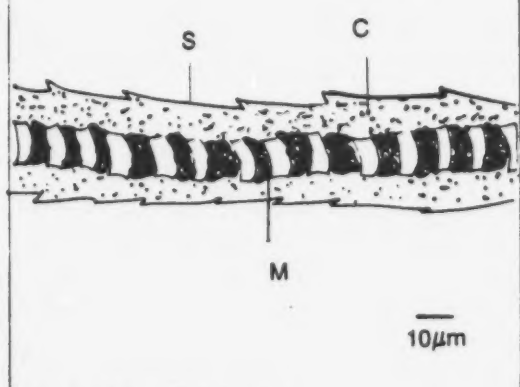


Figure 26 poil de chat

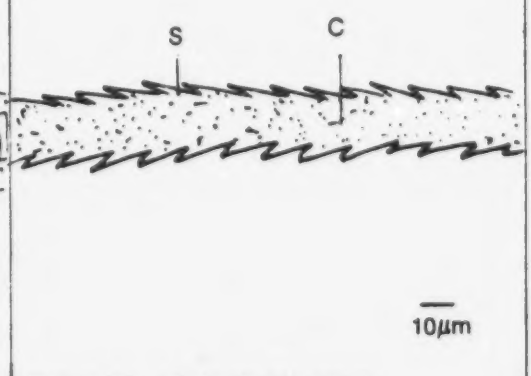


Figure 27 poil de chauve-souris

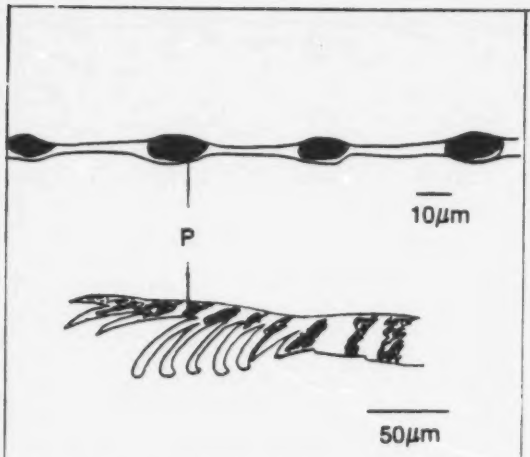


Figure 28 barbule de plume

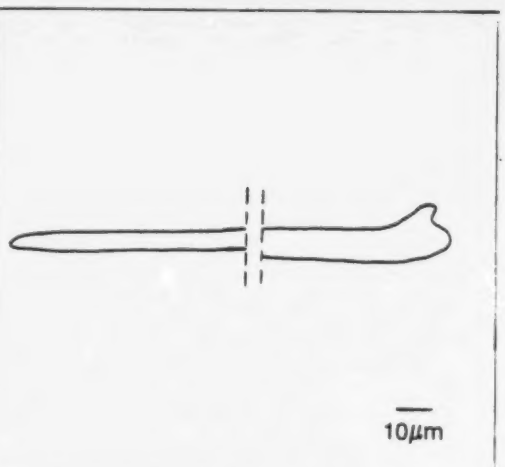


Figure 29 poil de blé

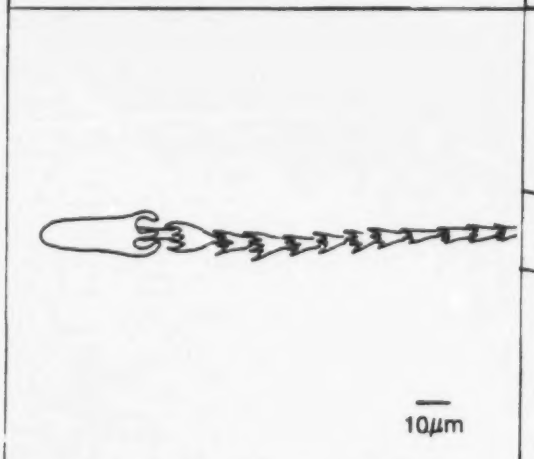


Figure 30 setae de Dermestid (insect)

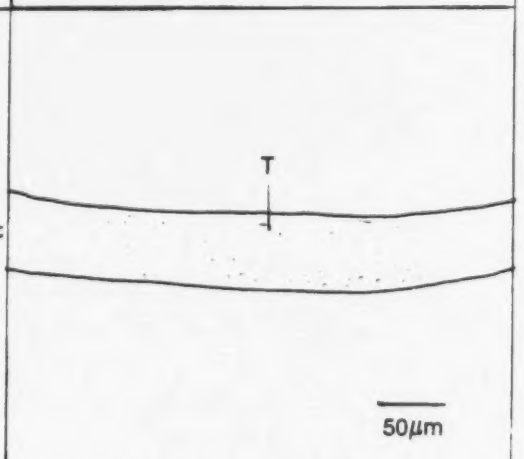


Figure 31 nylon

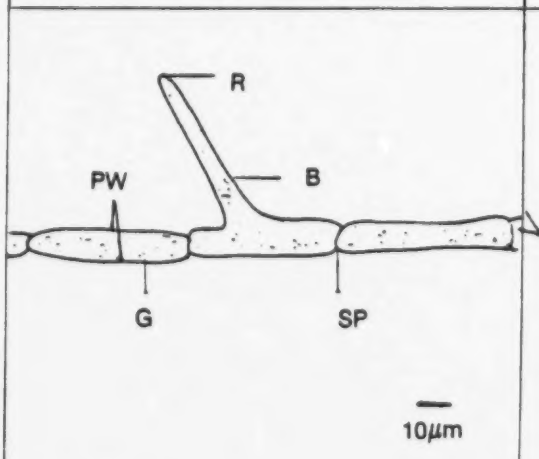


Figure 32 moisissure

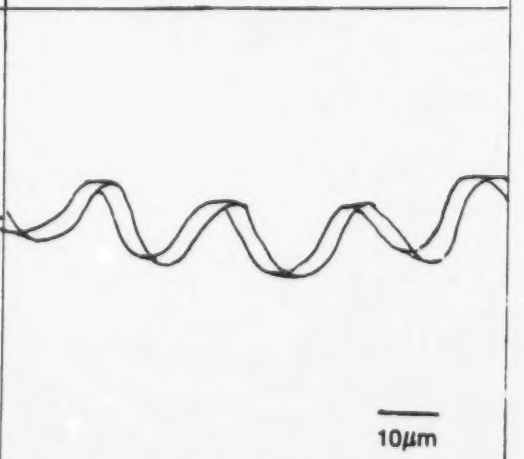
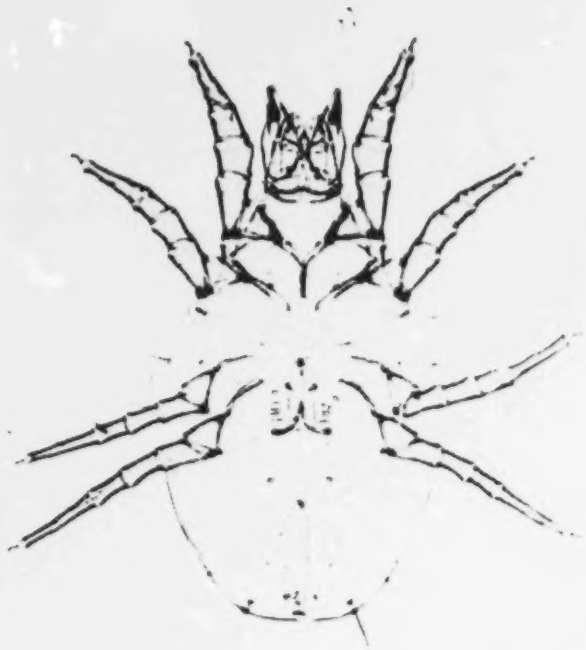


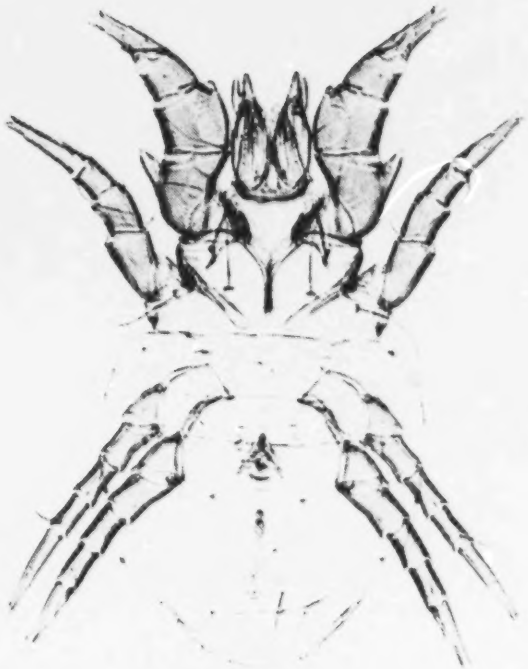
Figure 33 faisceaux fibro-vasculaires

11. ILLUSTRATIONS

Illustration 1.	Acarus siro femelle
Illustration 2.	Acarus siro mâle
Illustration 3.	Acariens (M) sur du fromage
Illustration 4.	Poussière d'acariens



1. 50μm

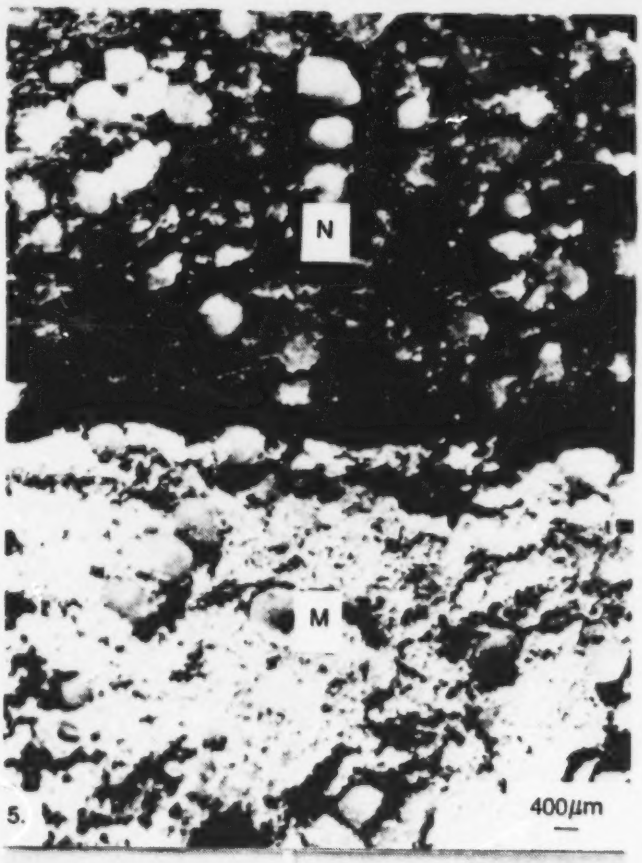


2. 50μm

3. 2cm

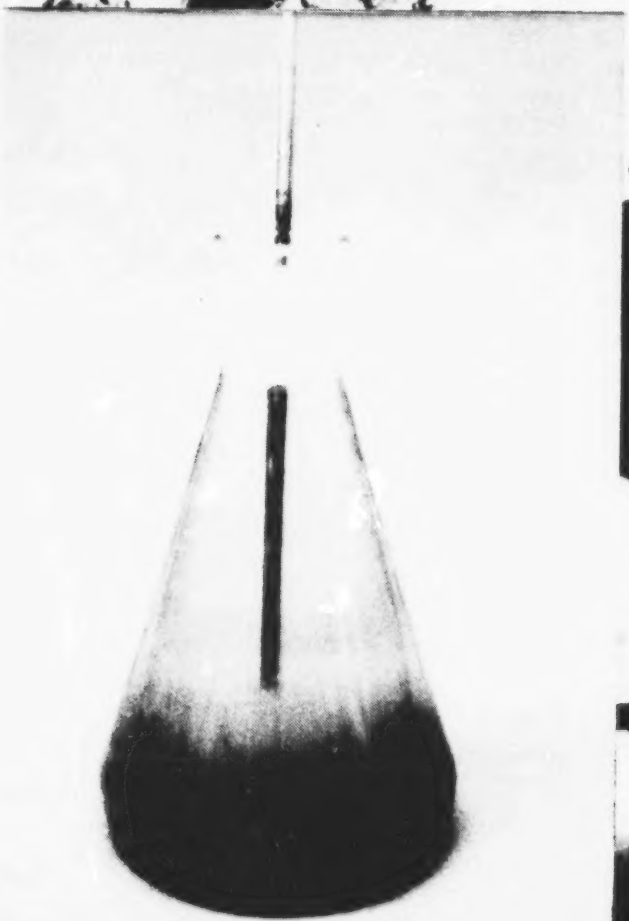
4. 200μm

Illustration 5.	Pâte de figues normale (N) et infestée par les acariens (M)
Illustration 6.	Fiole-piège vide
Illustration 7.	Fiole-piège pleine
Illustration 8.	Piégeage

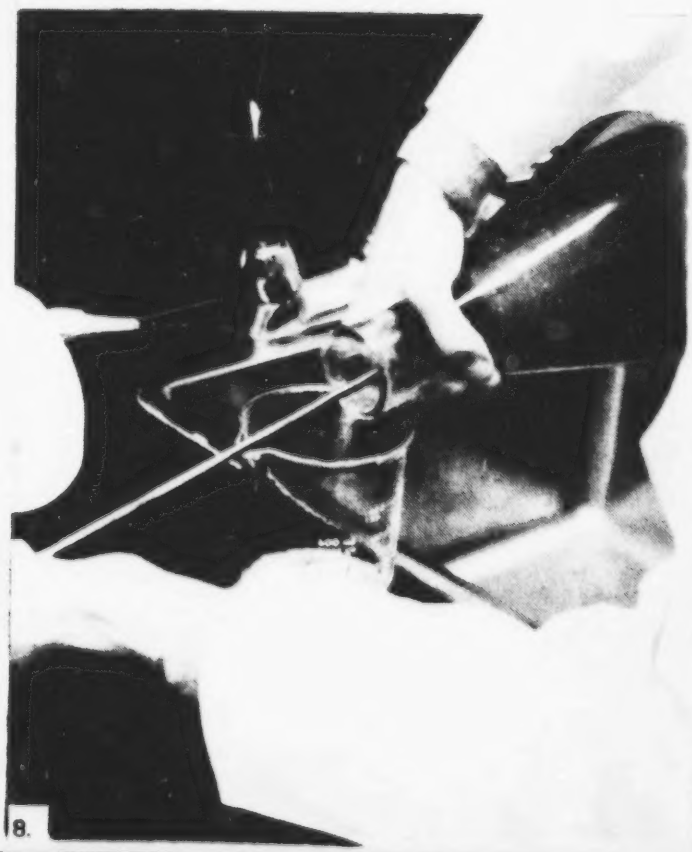


5.

6.

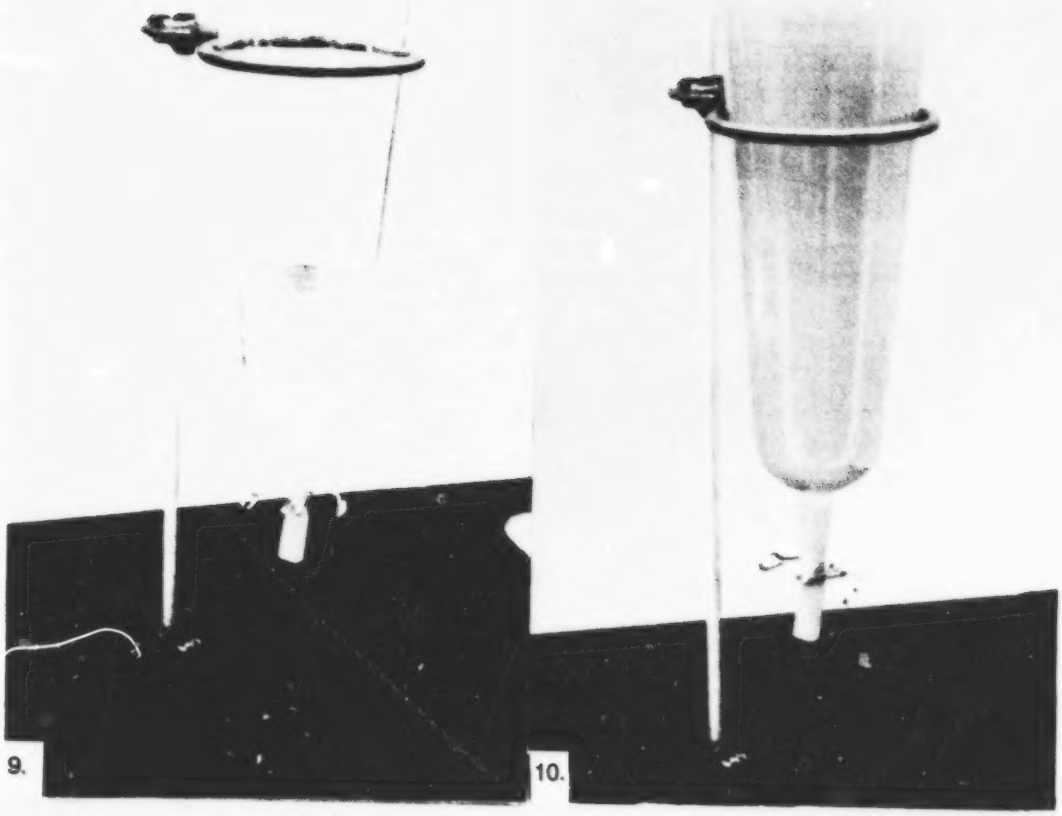


7.



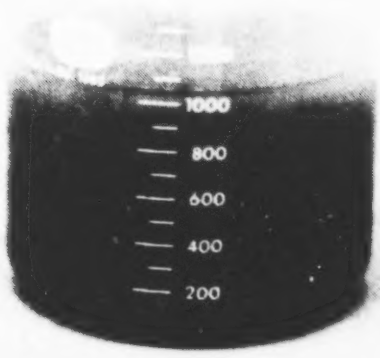
8.

Illustration 9.	Percolateur vide
Illustration 10.	Percolateur plein
Illustration 11.	Impuretés lourdes cachées dans un mélange d'aliments
Illustration 12.	Impuretés lourdes visibles au fond d'un bécher après l'élimination du mélange d'aliments



9.

10.



11.

12.

Illustration 13. Plaque d'impuretés légères

Illustration 14. Plaque d'impuretés lourdes

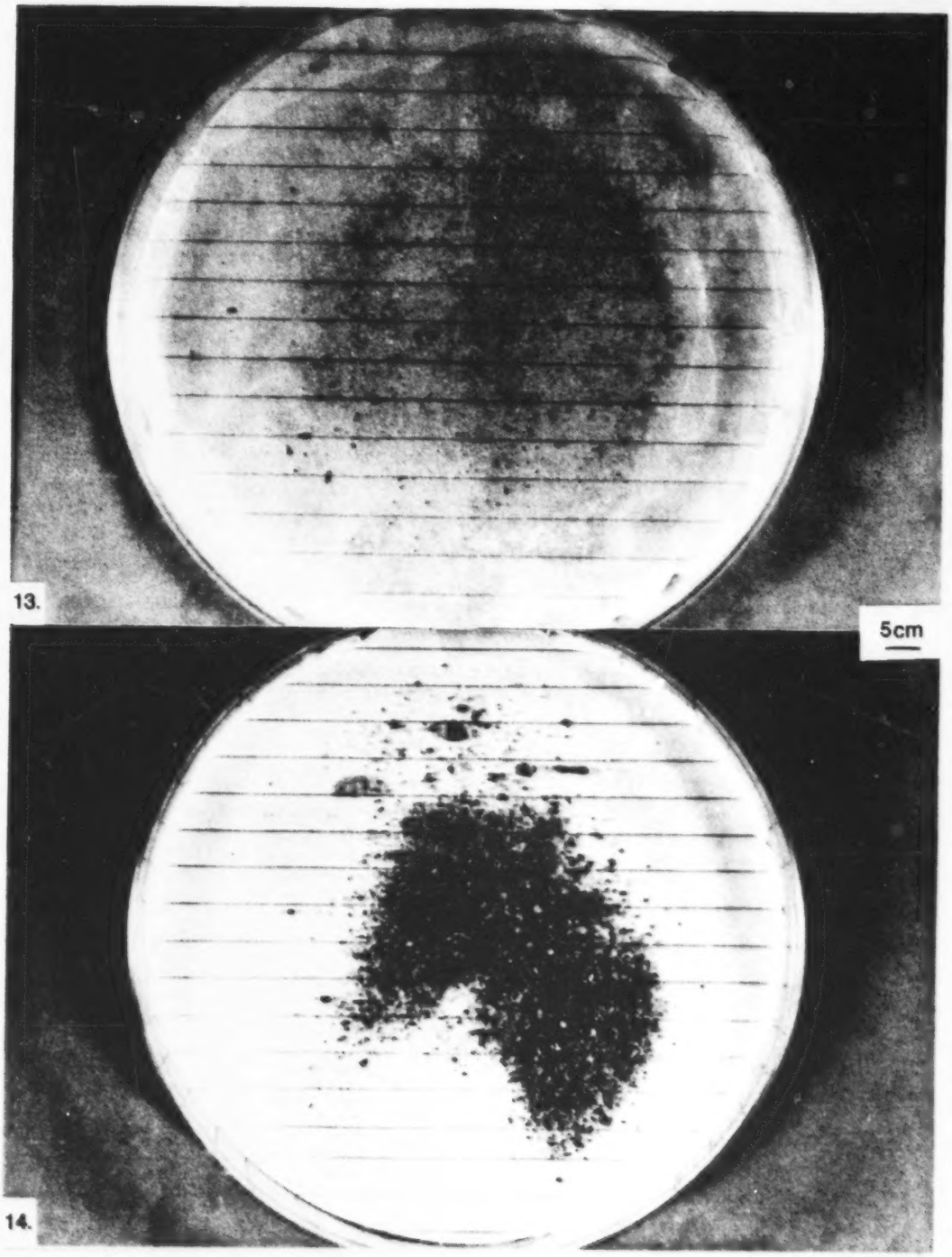
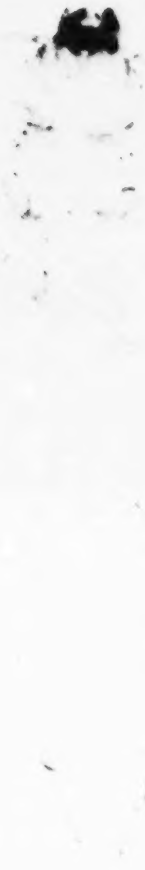

13.
5cm
14.

Illustration 15. Oryzaephilus mercator, larve

Illustration 16. Oryzaephilus mercator, pupe

Illustration 17. Oryzaephilus mercator, adulte

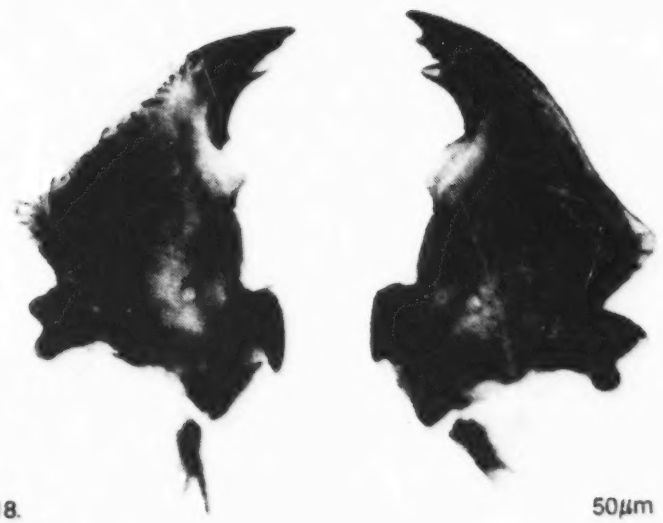
Illustration 18. Cryptolestes ferrugineus (mâle adulte), mandibules droite et gauche



15. x26

16. x30

17. x16



18. 50µm